

**Zeitschrift:** Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

**Herausgeber:** Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)

**Band:** 102 (1988)

**Artikel:** Vegetation und Standort von Schwingrasen in der Schweiz =  
Vegetation and site conditions of floating mats in Switzerland

**Autor:** Zimmerli, Stephan

**Kapitel:** 4: Ergebnisse

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-308909>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 07.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## 4. ERGEBNISSE

#### **4.1. STRUKTURELLE UNTERSUCHUNG DER WASSERANALYSEN**

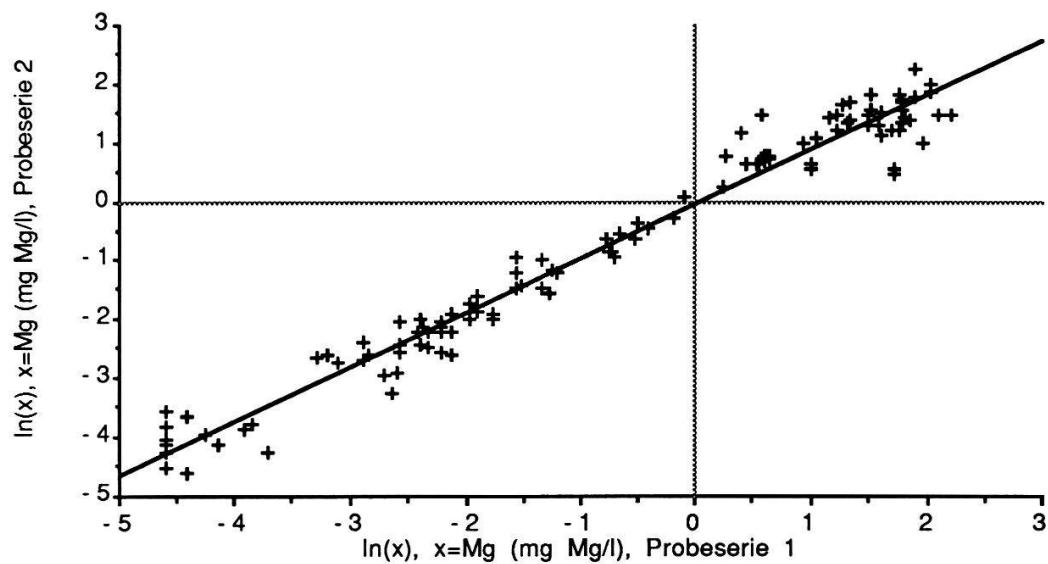
In diesem Teil der Arbeit sollen die Messwerte auf ihre Zuverlässigkeit untersucht und wichtige Abhängigkeiten aufgedeckt werden. Die gemessenen Parameter sämtlicher Wasserproben, die aus dem Schwingfilz gewonnen wurden, werden in die folgenden Strukturanalysen einbezogen. Nicht einbezogen wird Oberflächenwasser aus Schlenken, Pseudolagg und Restsee, um die Homogenität der Daten zu wahren.

#### 4.1.1. Analyse der zeitlichen Schwankungen der Messwerte

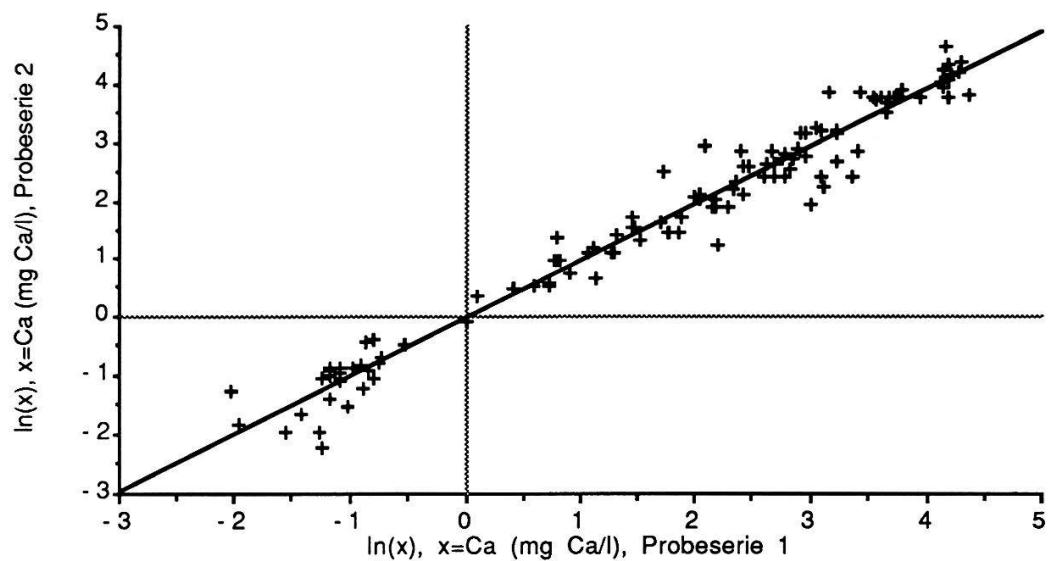
Wie bereits in 3.2. erwähnt, wurden zwei Probeserien durchgeführt (1.7.-21.7. und 1.8.-9.9.1986). Es stellt sich die Frage, wie weit diese ausgesprochenen Momentanwerte aussagekräftig sind bzw. wie stark zufällige Schwankungen im freien, nicht adsorbierten Moorwasser mitspielen. Um dies zu beurteilen, werden alle Regressionen zwischen den Werten der ersten und der zweiten Entnahme berechnet. Tabelle 4.1. gibt Auskunft über Anzahl Mess-

**Tab. 4.1.** Anzahl Freiheitsgrade (DF), Korrelationskoeffizient (R), Bestimmtheitsmaß ( $qR=R^2$ ), F-Wert für die Regression und Signifikanz der Korrelation der Messpaare von Probeserie 1 vs. 2 für die 10 Funktionen.

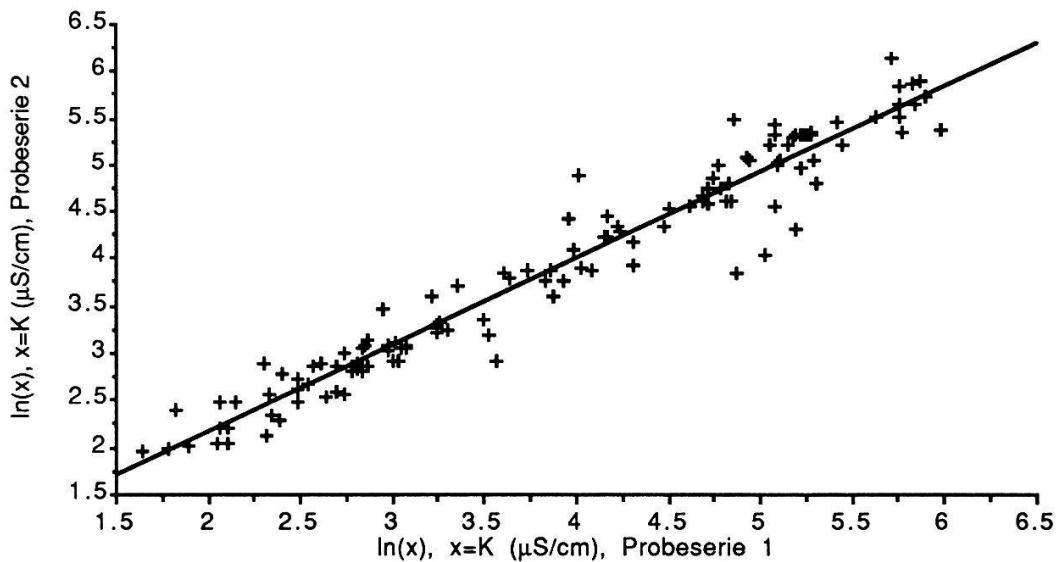
Degrees of Freedom (DF), correlation coefficient (R), R-squared ( $R^2$ ), F-ratio for the regression and significance for the correlation of the paired measures of sampling series 1 vs 2 for the 10 functions.



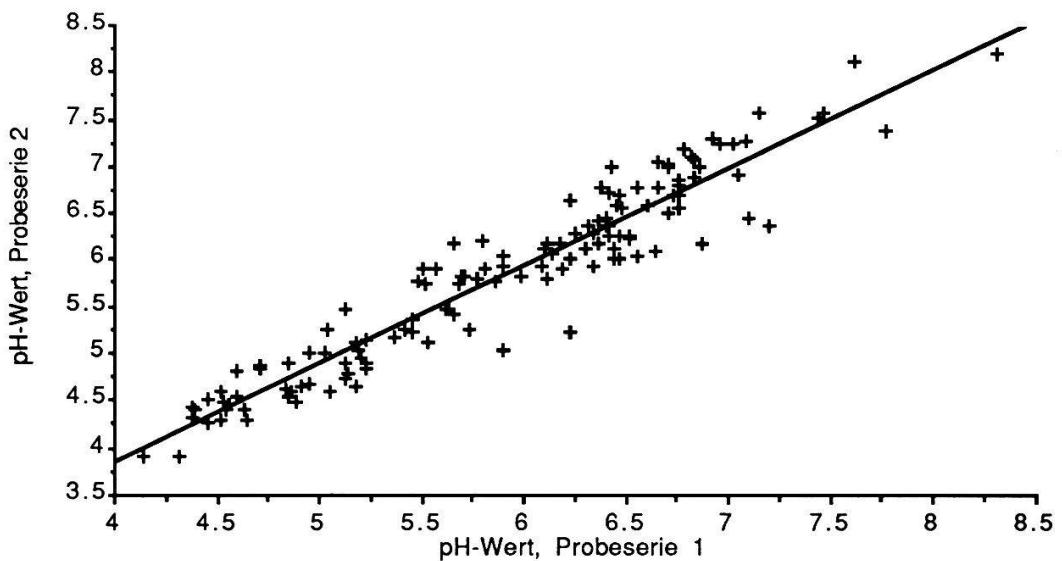
**Fig. 4.1.** Regressionsgerade für  $\text{Mg}^{2+}$ -Konzentrationen. Probeserie 1 vs. 2.  
Regression of  $\text{Mg}^{2+}$ -concentrations. Sampling serie 1 vs 2.



**Fig. 4.2.** Regressionsgerade für  $\text{Ca}^{2+}$ -Konzentrationen. Probeserie 1 vs. 2.  
Regression of  $\text{Ca}^{2+}$ -concentrations. Sampling serie 1 vs 2.



**Fig. 4.3.** Regressionsgerade für die elektrische Leitfähigkeit ( $K$ ). Probeserie 1 vs. 2.  
*Regression of conductivity ( $K$ ). Sampling serie 1 vs 2.*



**Fig. 4.4.** Regressionsgerade für pH-Werte. Probeseerie 1 vs. 2.  
*Regression of pH-values. Sampling serie 1 vs 2.*

paare (n), Korrelationskoeffizient (R), Bestimmtheitsmass ( $R^2$ ) und F-Test (F-Wert) sowie dessen Signifikanz für alle 10 Funktionen.

Werte unterhalb der Nachweisgrenze wurden nicht berücksichtigt. Dies betrifft Konzentrationsmessungen bei Fe, Mn und o-PO<sub>4</sub>-P.

Alle Korrelationen sind auf dem 1%-Niveau signifikant von Null verschieden. Alle Regressionen wurden auch aufgezeichnet und die Residuen untersucht. Dabei konnten keine weiteren Datenstrukturen aufgedeckt werden. Es ist somit statthaft, für weitere Rechnungen, wenn sinnvoll, Mittelwerte beider Messungen zu verwenden.

Tatsächlich können für einige Messungen sehr hohe, für andere nur unbedeutende Korrelationen festgestellt werden.

Wie ein Blick auf das Bestimmtheitsmass in Tab. 4.1. zeigt, sind bei den Konzentrationsmessungen von Mg und Ca weniger als 5%, bei der Bestimmung der Leitfähigkeit ungefähr 5% der Gesamtstreuung Zufallsabweichungen zuzuschreiben. Bei den pH-Messungen erklärt die Regressionsgerade über 90% der Gesamtstreuung.

Bei den vier Parametern Mg, Ca, Leitfähigkeit und pH-Wert spielen offensichtlich Zufälligkeiten bei der Bestimmung der Messwerte, allen voran zeitliche Schwankungen der effektiven Ionenkonzentrationen am Probenahme-Standort sowie unterschiedlich starke Störung des Systems bei der Probeentnahme, aber auch Unregelmässigkeiten bei Transport, Lagerung und Analyse der Wasserproben, nur eine unbedeutende Rolle.

Zur Verifizierung dieser zeitlichen Konstanz sind in Fig. 4.1. bis 4.4. die Regressionsgeraden für diese vier Parameter aufgezeichnet.

Während die Bestimmung der Konzentration von Na noch relativ konstante Werte liefert ( $R^2=.730$ ), ist ein gemessener Momentanwert für K offensichtlich wenig aussagekräftig ( $R^2=.202$ ). Für Fe gilt in etwa dasselbe wie für Na, und die Konzentrationen von Mn lagen meistens unterhalb der Nachweisgrenze.

Die Konzentrationen von ortho-Phosphat liegen oft an der Nachweisgrenze, diejenigen von gelöstem Gesamtphosphat lassen sich in beschränktem Ausmass ( $R^2=.617$ ) voraussagen.

#### 4.1.2. Hauptkomponentenanalyse

Um einen ersten Einblick in die Datenstruktur zu erhalten, wurden 9 Parameter (pH, Leitfähigkeit, Ca, Mg, Na, K, Fe, o-PO<sub>4</sub>-P, tot-PO<sub>4</sub>-P<sub>gel.</sub>) einer Hauptkomponentenanalyse unterzogen. Die totale Datenmatrix sowie ihre einzelnen Komponenten wurden auf ihre Homogenität und somit auf ihre Eignung für eine Hauptkomponentenanalyse geprüft (Bartlett's Test of Sphericity). Eisen und ortho-Phosphat mussten aus der Datenmatrix eliminiert werden als Komponenten, die einen nicht prädiktiven Einfluss auf die Hauptkomponentenanalyse hätten.

**Tab. 4.2.** Korrelationsmatrix der für die Hauptkomponentenanalyse verwendeten Variablen - *correlation matrix of the variables to be used in Principal Components Analysis.*

	pH	K ( $\mu$ S)	Ca	Mg	Na	K	tot-P
pH	1						
K ( $\mu$ S)	.822	1					
Ca	.834	.947	1				
Mg	.849	.886	.872	1			
Na	.578	.533	.577	.568	1		
K	.249	.271	.255	.299	.343	1	
tot-P	-.428	-.405	-.390	-.464	-.158	.063	1

Mit den verbleibenden 7 Variablen wurde die Hauptkomponentenanalyse nochmals gerechnet. In Tab. 4.2. ist die Korrelationsmatrix, die aufgrund der logarithmisch transformierten Rohdaten errechnet wurde, dargestellt.

Die Leitfähigkeit, der pH-Wert sowie die Konzentrationen der Kationen Ca<sup>2+</sup> und Mg<sup>2+</sup> sind untereinander hoch korreliert. Na<sup>+</sup> zeigt ein von den zweiwertigen Kationen abweichendes Verhalten. K<sup>+</sup> ist schwach korreliert mit dem Basengehalt allgemein, am höchsten jedoch mit Na<sup>+</sup>. Gelöstes Gesamtphosphat schliesslich korreliert negativ mit dem Basengehalt.

Auf eine Tabellierung der partiellen Korrelationskoeffizienten sei an dieser Stelle der Übersichtlichkeit halber verzichtet. Interessanter sind die Bestimmtheitsmasse (R<sup>2</sup>) der multiplen Korrelationen für die einzelnen Variablen (vgl. Tab. 4.3.). Dabei wird jeweils eine Variable als Funktion aller übrigen Variablen betrachtet. Bei der Leitfähigkeit (R<sup>2</sup>=.915) und bei Ca (R<sup>2</sup>=.912) lassen sich über 90% der Gesamtstreuung in einer linearen Regression aufgrund der übrigen Variablen voraussagen. Etwas geringer ist dieser Prozentsatz bei Mg<sup>2+</sup> (R<sup>2</sup>=.844) und beim pH-Wert (R<sup>2</sup>=.767). Gering ist der prädiktive Wert für Kalium und gelöstes Gesamtphosphat.

**Tab. 4.3.** Zusammenfassung der Kommunalität - *Communality Summary*.

SMC = Bestimmtheitsmass der multiplen Korrelationen - *squared multiple correlations*.

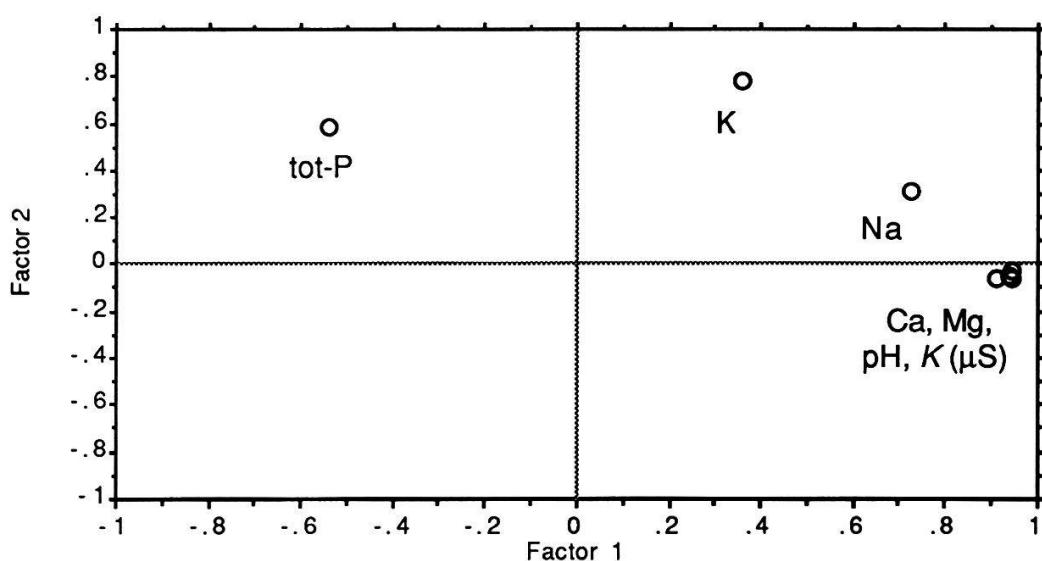
FE = totaler Anteil der Varianz einer Variablen, der durch die zwei Faktoren prädiktivert werden kann

= *total proportion of variance of the variable that can be predicted by the two factors*.

	SMC	FE
pH	0.767	0.838
$K(\mu S)$	0.915	0.885
Ca	0.912	0.891
Mg	0.844	0.893
Na	0.42	0.593
K	0.181	0.724
tot-P	0.276	0.656

**Tab. 4.4.** Unrotierte Faktorenmatrix zu - *Unrotated factor matrix of Fig. 4.5.*

	Factor 1	Factor 2
pH	0.914	-0.062
$K(\mu S)$	0.939	-0.053
Ca	0.943	-0.041
Mg	0.944	-0.054
Na	0.69	0.342
K	0.361	0.771
tot-P	-0.496	0.64



**Fig. 4.5.** Unrotierte, orthogonale Darstellung der Hauptkomponentenanalyse.  
*Unrotated orthogonal plot of the Principal Component Analysis.*

In Fig. 4.5. ist die unrotierte orthogonale Lösung dargestellt und Tab. 4.4. liefert die Faktorenmatrix dazu. Diese determiniert die Korrelationen von jeder Variablen mit Faktor 1 bzw. Faktor 2 (Strukturwerte). Das Quadrat der Strukturwerte repräsentiert den Anteil der Varianz einer Variablen, die der entsprechende Faktor erklärt bei Auswahl und Berücksichtigung der Faktoren 1 und 2. Wird die Summe der Quadrate der Strukturwerte von Tab. 4.4. pro Reihe berechnet, so resultiert daraus der totale Anteil der Varianz einer Variablen, der durch die beiden Faktoren prädiktiv wird (vgl. Tab. 4.3.).

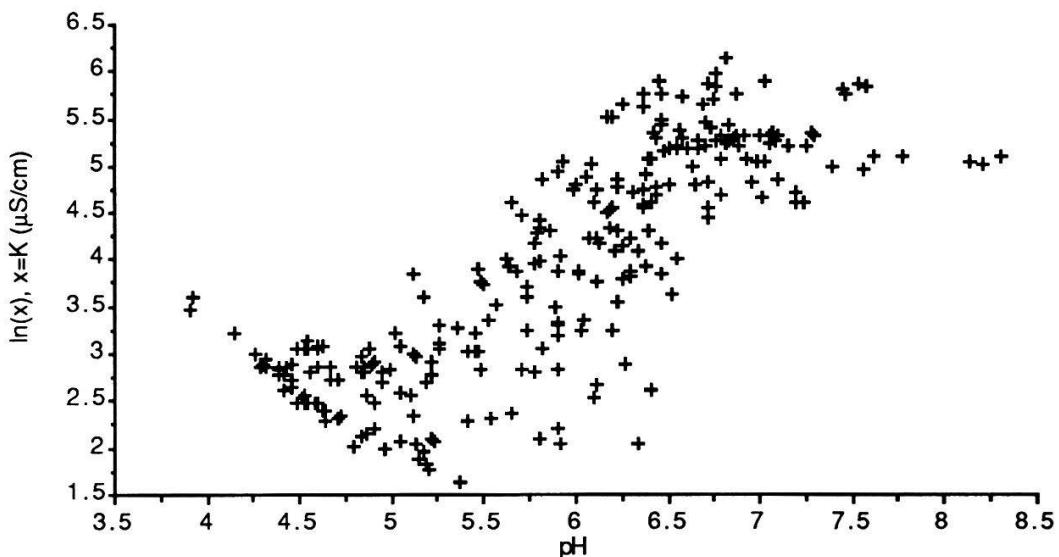
Die Darstellung der Hauptkomponentenanalyse mit Hilfe einer indirekten Lösung, die eine Abhängigkeit zwischen Faktor 1 und 2 zulässt, erweist sich für die Interpretation der Ergebnisse als unnötig. Es resultiert dabei ein Interkorrelationskoeffizient zwischen Faktor 1 und 2 von 0.5. Bei der direkten Lösung erklärt der erste Faktor 79.4% der Gesamtvarianz, bei der indirekten Lösung 78.2%, wovon 14% auf Konto der Kovariation von Faktor 1 und 2 gehen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der erste Faktor, mit dem die Leitfähigkeit, der pH-Wert und die Konzentrationen von  $\text{Ca}^{2+}$ - und  $\text{Mg}^{2+}$ -Ionen assoziiert sind, die Säure-Basen-Verhältnisse repräsentiert. Dieser Faktor erklärt einen Grossteil der Datenstruktur. In Abhängigkeit vom ersten Faktor spannen die Konzentrationen von  $\text{K}^+$ -Ionen und von gelöstem Gesamtphosphat die zweite Achse auf, die einen geringeren Erklärungswert hat.

Während Leitfähigkeit, pH-Wert sowie  $\text{Ca}^{2+}$ - und  $\text{Mg}^{2+}$ -Gehalt des Moorwassers sehr gut durch einen und nur einen Faktor definiert werden können, sind die Konzentrationen von  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  und gelöstem Gesamtphosphat durch mehr als nur einen Faktor bestimmt.

#### **4.1.3. Korrelationen zwischen $\text{Ca}^{2+}$ -Gehalt, pH-Wert und Leitfähigkeit**

Wie bereits aus der Korrelationsmatrix der Hauptkomponentenanalyse hervorgeht, besteht zwischen dem  $\text{Ca}^{2+}$ -Gehalt, dem  $\text{Mg}^{2+}$ -Gehalt, dem pH-Wert und der Leitfähigkeit des freien Moorwassers ein enger Zusammenhang (vgl. Korrelationsmatrix in Tab. 4.2.). Dieser soll genauer untersucht werden. Da einerseits der  $\text{Ca}^{2+}$ -Gehalt und der  $\text{Mg}^{2+}$ -Gehalt hoch korreliert sind und andererseits  $\text{Ca}^{2+}$  das dominierende der beiden Kationen ist, wird in die folgenden Betrachtungen stellvertretend für den Basengehalt des Moorwassers nur der  $\text{Ca}^{2+}$ -Gehalt miteinbezogen.



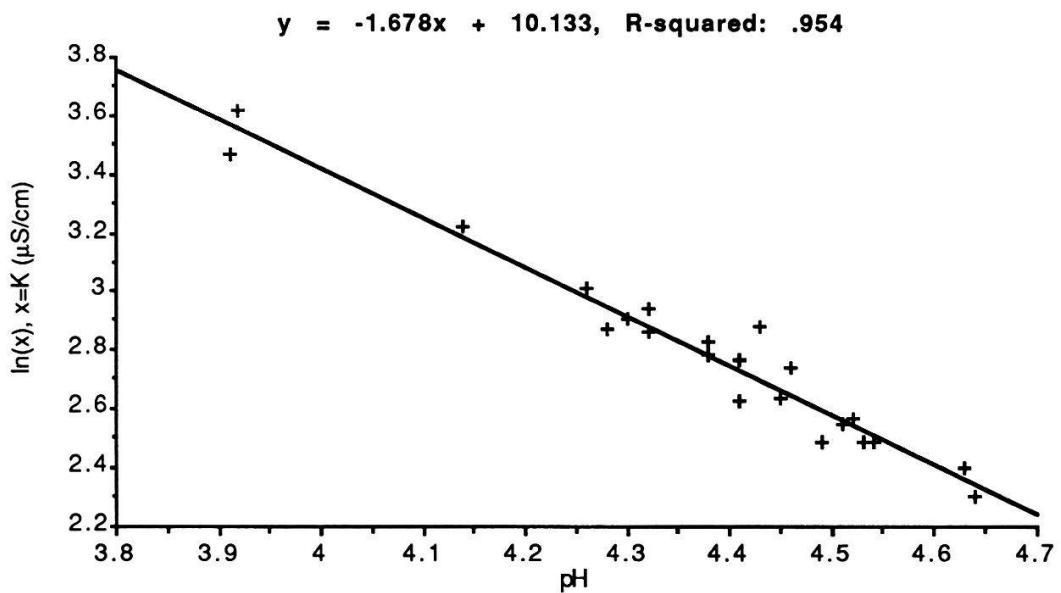
**Fig. 4.6.** Korrelation zwischen Leitfähigkeit ( $K$  ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )) und pH-Wert.  
*Correlation of conductivity ( $K$  ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )) and pH-value.*

In Fig. 4.6. ist die Beziehung zwischen der Leitfähigkeit und dem pH-Wert für alle Moorwasserproben dargestellt. Ähnliche Darstellungen finden sich bei SJÖRS (1950), GIES (1972) und HÖLZER (1977). In Fig. 4.6. können drei pH-Bereiche mit unterschiedlicher Beziehung zwischen Leitfähigkeit und pH-Wert unterschieden werden.

In einem mittleren pH-Bereich von 5-7 steigt die Leitfähigkeit mit zunehmendem pH-Wert. Mit der Leitfähigkeit wird in diesem pH-Bereich der Basengehalt gemessen, für den stellvertretend die  $\text{Ca}^{2+}$ -Konzentration steht (vgl. Fig. 4.9.). Der pH-Wert ist ebenfalls vom Basengehalt abhängig, was in Fig. 4.10. zum Ausdruck kommt. Daraus erklärt sich die positive Korrelation von Leitfähigkeit und pH-Wert im pH-Bereich 5-7.

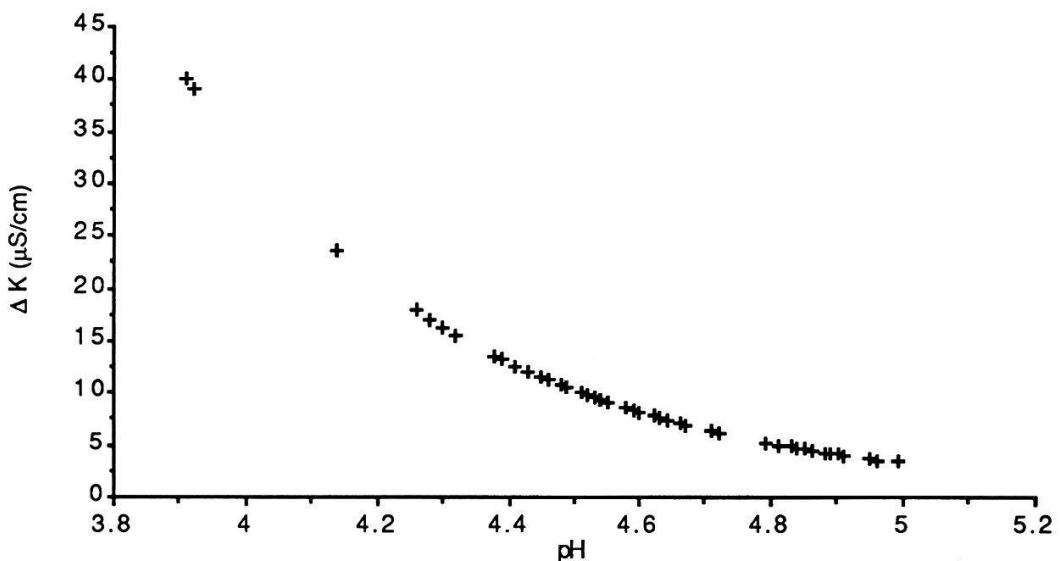
Bei den Wasserproben mit einem pH-Wert über 7 ist keine Koppelung mehr zu finden zwischen pH-Wert und Leitfähigkeit. Diese Wasserproben stammen überwiegend aus der Front von Schwingrasen und zeigen pH-Werte des basischen- und sauerstoffreichen Seewassers, in dem sich andere chemische und vor allem auch biologische Prozesse abspielen, die den pH-Wert mitbestimmen.

Bei tiefen pH-Werten, die sich infolge minimaler Basenversorgung und der Ionenaustauschkapazität der Sphagnen einstellen können, steigt die Leitfähigkeit mit sinkendem pH-Wert. In diesem pH-Bereich wird mit der Leitfähigkeit in erster Linie die Konzentration der  $\text{H}^+$ -Ionen gemessen. Diese Tatsache verdeutlicht Fig. 4.7., in der nur die Wasserproben aus einem ombrotrophen



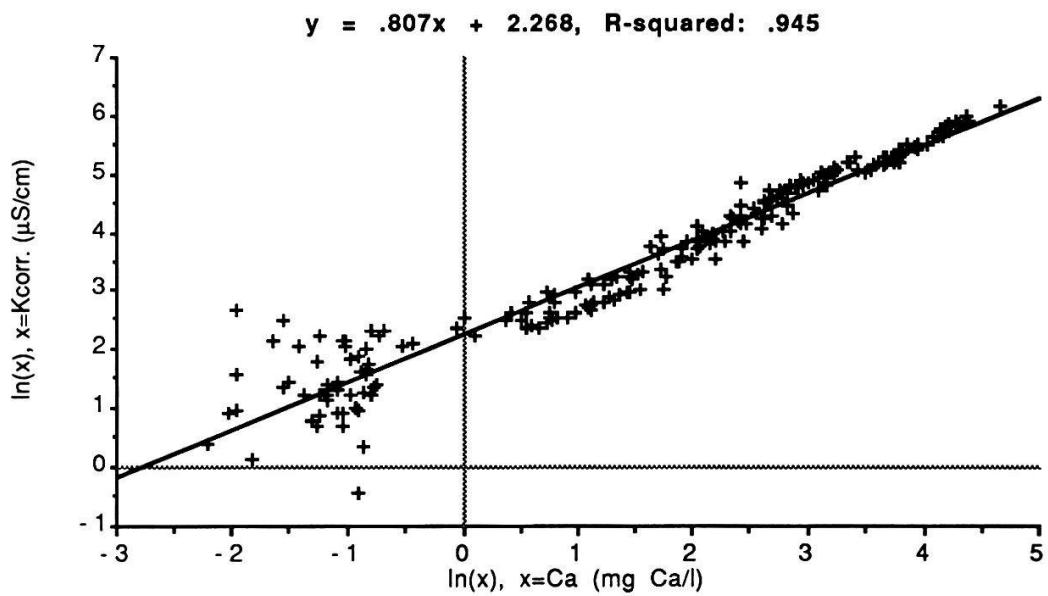
**Fig. 4.7.** Regressionsgerade für Leitfähigkeit ( $K$  ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )) vs. pH-Wert in einem ombrotrophen Schwingrasen.

*Regression of conductivity ( $K$  ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )) vs pH-value in a ombrotrophic floating mat.*

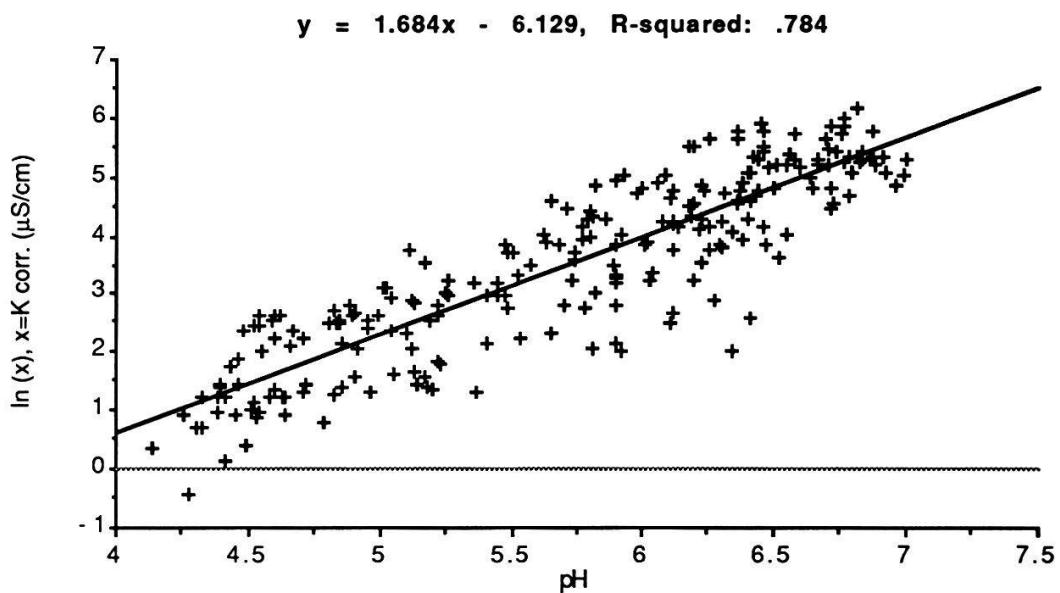


**Fig. 4.8.** Beitrag der  $\text{H}^+$ -Ionen zur Leitfähigkeit ( $\Delta K$  ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )).

*Part of the conductivity ( $\Delta K$  ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )) which is caused by the  $\text{H}^+$ -ions.*



**Fig. 4.9.** Regressionsgerade für korrigierte Leitfähigkeit ( $K_{corr.}$  ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )) vs.  $\text{Ca}^{2+}$ -Gehalt.  
*Regression of conductivity corrected ( $K_{corr}$  ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )) vs concentration of  $\text{Ca}^{2+}$ .*



**Fig. 4.10.** Regressionsgerade für korrigierte Leitfähigkeit ( $K_{corr.}$  ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )) vs. pH-Wert.  
Einschränkung des Wertebereichs:  $pH \leq 7$ .  
*Regression of conductivity corrected ( $K_{corr.}$  ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )) vs pH-value. Range Restriction:  $pH \leq 7$ .*

Schwingrasen, der in einem Hochmoorkomplex eingebettet ist, berücksichtigt wurden. Über 95% der Gesamtstreuung der Leitfähigkeit ( $R^2=.954$ ) wird durch den pH-Wert erklärt.

SJÖRS (1950) gibt für die Errechnung der Leitfähigkeit der  $H^+$ -Ionen aus dem pH-Wert die folgende Formel an:

$$(K_{H+})_{20^\circ C} = a_{H+} (L_{H+})_{20^\circ C} \times 10^{-3} = a_{H+} \times .325$$

wobei für  $a_{H+}$  gilt:  $pH = -\log a_{H+}$  und  $(L_{H+})_{20^\circ C}$  die spezifische Leitfähigkeit der  $H^+$ -Ionen bei  $20^\circ C$  ist.

Durch Umformen ergibt sich folgende einfache Beziehung:

$$(K_{H+})_{20^\circ C} = \Delta K (\mu S) = 325 \times 10^3 \times 10^{-pH} (\mu S)$$

wobei  $\Delta K$  der Beitrag der  $H^+$ -Ionen zur gemessenen Leitfähigkeit ist.

$\Delta K$  wurde von allen vorliegenden Messdaten berechnet und ist für den unteren pH-Bereich in Fig. 4.8. dargestellt. Durch ein Logarithmieren von  $\Delta K$  wird der Zusammenhang linear, wie dies in Fig. 4.7. der Fall ist, in der die logarithmierten Werte der gemessenen Leitfähigkeit gegenüber den pH-Werten aufgetragen wurden. Es wird deutlich, dass der Beitrag der  $H^+$ -Ionen zur gemessenen Leitfähigkeit bei pH-Werten über 5 vernachlässigbar klein wird.

Die Leitfähigkeit wird oft als Mass für den Basengehalt betrachtet. Da sich jedoch die gemessene Leitfähigkeit aus der Leitfähigkeit der  $H^+$ -Ionen sowie der aller anderen Ionen zusammensetzt, führt dies für saure oligotrophe Standorte zu falschen Schlüssen. Brauchbares Mass für den Basengehalt ist in diesem Bereich erst die korrigierte Leitfähigkeit (vgl. Fig. 4.9.), die sich aus der gemessenen Leitfähigkeit abzüglich dem Beitrag der  $H^+$ -Ionen errechnet ( $K_{corr.} = K - \Delta K$ ). Dazu sind allerdings genaue pH-Messungen mit gleichzeitiger Bestimmung der Leitfähigkeit nötig.

Auch bei Messdaten über einen weiten pH-Bereich, bei den vorliegenden Stichproben von pH-Werten unter 4 bis weit über 8, ergibt die korrigierte Leitfähigkeit ein fassbar besseres Mass für den Basengehalt als die gemessene Leitfähigkeit. Der  $Ca^{2+}$ -Gehalt erklärt knapp 90% ( $R^2=.895$ ) der Gesamtstreuung der gemessenen Leitfähigkeit, hingegen fast 95% derjenigen der korrigierten Leitfähigkeit, was einem Korrelationskoeffizienten von .97 gleichkommt (vgl. Fig. 4.9.).

In Fig. 4.10. schliesslich ist die Korrelation zwischen der korrigierten Leitfähigkeit und dem pH-Wert mit der Einschränkung des pH-Wertebereiches von  $\text{pH} \leq 7$  dargestellt. Der Korrelationskoeffizient beträgt .89 ( $R^2=.784$ ) bei 234 Freiheitsgraden. Über den ganzen pH-Bereich ohne Korrektur der Leitfähigkeit beträgt dieser jedoch nur noch .81 ( $R^2=.649$ ) bei 263 Freiheitsgraden.

Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass sich die gemessene Leitfähigkeit schlecht eignet, um den Basengehalt eines Standorts zu charakterisieren. Im Bereich dystropher Standorte misst sie im wesentlichen die Konzentration der  $\text{H}^+$ -Ionen, also dasselbe wie der pH-Wert. Darauf folgt ein Übergangsbereich, in dem mit der Leitfähigkeit ein wechselnder Anteil an  $\text{H}^+$ -Ionen bzw. basischer Kationen gemessen wird, bis schliesslich über pH 5 die Leitfähigkeit den Basengehalt wiedergibt.

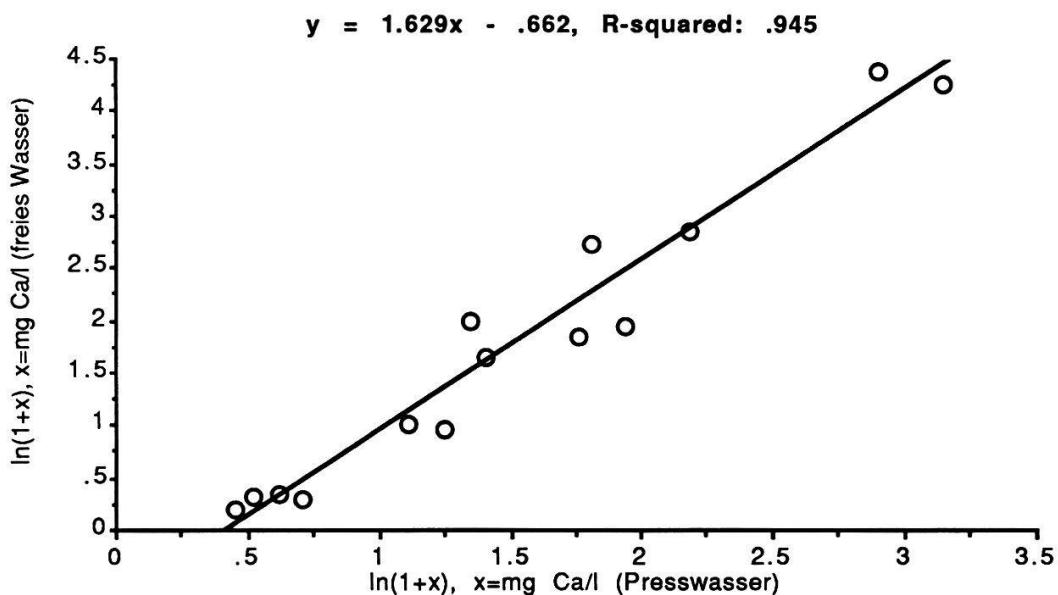
Die korrigierte Leitfähigkeit hingegen, die nur bei gleichzeitiger Bestimmung des pH-Wertes berechnet werden kann, zeigt über den ganzen pH-Bereich eine hohe Korrelation mit dem  $\text{Ca}^{2+}$ -Gehalt und ist somit ein zuverlässiges Mass für den Basengehalt des Moorwassers.

#### **4.2. KORRELATIONEN ZWISCHEN DEM IONENGEHALT DES FREIEN MOORWASSERS UND DES PRESSWASSERS**

Es ist anzunehmen, dass die Ionenzusammensetzung des freien, nicht adsorbierten Moorwassers in einem Gleichgewicht steht mit derjenigen des Wassers, das aus dem Schwingfilz herausgepresst werden kann (vgl. dazu WILDI 1977, S. 56). Dies wurde geprüft für Ca, Mg, Na, K, Fe, o- $\text{PO}_4$ -P und tot- $\text{PO}_4$ -P mit Hilfe einer einfachen Regression für die Messwerte aus dem freien Moorwasser gegen die Messwerte aus dem Presswasser.

Leitfähigkeit und pH-Wert wurden im Presswasser nicht gemessen. Bei den Messwerten aus dem freien, nicht adsorbierten Moorwasser wurden die Mittelwerte der beiden Messdaten verwendet. Für alle Parameter standen je 14 Messpaare zur Verfügung.

Der  $\text{Ca}^{2+}$ -Gehalt des freien Moorwassers ist hochsignifikant korreliert mit demjenigen des Presswassers ( $R=.972$ ,  $R^2=.945$ ,  $F\text{-Wert}=224$ ,  $F_{p1\%}(1,13) = 9.07$ ), wie Fig. 4.11. zeigt. Das gleiche gilt für den  $\text{Mg}^{2+}$ -Gehalt ( $R=.976$ ,  $R^2=.953$ ,  $F\text{-Wert}=261$ ). Die Messwerte für o- $\text{PO}_4$ -P sind ebenfalls hochsigni-



**Fig. 4.11.** Regressionsgerade für den  $\text{Ca}^{2+}$ -Gehalt von freiem, nicht adsorbiertem Moorwasser vs. Presswasser.

*Regression for the concentration of  $\text{Ca}^{2+}$  of free, not adsorbed mire water vs presswater.*

fikant korreliert, wenn auch nur sehr knapp auf dem 1%-Niveau ( $R=.657$ ,  $R^2=.432$ , F-Wert=9.88). Die übrigen Korrelationen konnten auf dem 1%-Niveau nicht gesichert werden.

#### 4.3. KATIONENGEHALTE EINES HOCHMOOR-SCHWINGRASENS

Während der Jahre 1955 bis 1959 wurden für ein weites Netz europäischer Stationen Analysen der Niederschläge durchgeführt (ERIKSSON 1954). ALETHSEE (1967) stellte mit Hilfe dieser Daten niederschlagschemische Gradienten auf. Die Nährstoffe im Niederschlag nehmen danach, außer Schwefel und teilweise Ammoniak und Nitratstickstoff, in südöstlicher Richtung ab. MÜLLER (1973) zeigte durch Stichproben in einem weiten Gebiet in einem kurzen Zeitraum, dass die Nährstoffmengen in den Niederschlägen in einem direkten Zusammenhang mit bestimmten Konzentrationen von Kationen im ombrotrophen Moorwasser stehen. Seine Konzentrationsangaben aus dem Wildseemoor im Nordschwarzwald und dem Voralpengebiet stimmen mit den Werten aus dem Blindensee-Moor (mittlerer Schwarzwald) überein (HÖLZER 1977).

Tab. 4.5. ist die um die Angaben aus dem Hochmoor-Schwingrasen Fröschenseeli erweiterte Tabelle von HÖLZER (1977, S. 161). Sie zeigt eine Zusammenstellung der Hochmoorgewässer europäischer Gebiete. Die Wasserproben aus dem Schwingrasen des Fröschenseelis unterscheiden sich deutlich von denjenigen der anderen Gebiete.

Der durchschnittliche pH-Wert liegt mit 4.44 (Minimum 3.91, Maximum 4.64) deutlich über den Messwerten der anderen Autoren. Aus der Berechnung der korrigierten Leitfähigkeit resultieren bei einigen wenigen Messpaaren negative Werte, was eindeutig beweist, dass auch im Fall des Fröschenseelis noch zu tiefe pH-Werte gemessen wurden. Die durchschnittliche korrigierte Leitfähigkeit beträgt als Folge davon nur noch 2.43  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Im Rahmen von pH-Messungen in Hochmooren werden immer wieder sehr niedrige pH-Werte festgestellt. Der niedrigste Wert für das Blindensee-Moor im mittleren Schwarzwald beträgt 2.76 (HÖLZER 1977), ja MÜLLER (1973) erwähnt sogar pH 2.5.

HÖLZER (1977) erkennt, dass diese Werte zu niedrig sind, und berechnet aus der gemessenen Leitfähigkeit den theoretisch möglichen pH-Wert. Er lässt dabei die Leitfähigkeit der anderen Ionen ausser Acht, da WITTING (1947, 1948) und SJÖRS (1948) zeigten, dass die Konzentration dieser sehr gering ist. Von diesem theoretisch möglichen pH-Wert subtrahiert HÖLZER (1977) den tatsächlich gemessenen pH-Wert. Da sich die gemessene Leitfähigkeit aus der Leitfähigkeit der  $\text{H}^+$ -Ionen sowie der aller anderen Ionen zusammensetzt, müssten bei dieser Art der Differenzbildung immer negative Werte auftreten. Dies war jedoch nicht der Fall, und HÖLZER (1977) bewies somit eindeutig, dass die bei pH-Messungen im Hochmoor erhaltenen Werte zu niedrig sind. Die zu niedrigen pH-Werte werden unter anderem den grossen Konzentrationsunterschieden zwischen den Messproben und den Eichpufferlösungen zugeschrieben.

SJÖRS (1950) schlug einen Korrekturfaktor von +.3 oder +.35 vor. HÖLZER (1977) zeigte jedoch anhand seiner Messungen, dass dieser Korrekturfaktor wechselt von +.4 bis +.9 und wirft die berechtigte Frage auf, wie weit man pH-Messungen verschiedener Autoren aus verschiedenen Moorgebieten vergleichen kann, die meist mit unterschiedlichen Pufferlösungen gewonnen sein dürften.

BICK (1985) stellt für seine aus den zentralen Hochvogesen erhaltenen Messpaare von pH-Wert und elektrischer Leitfähigkeit fest, dass er bei der Kor-

**Tab. 4.5.** Kationengehalte der Hochmoorgewässer europäischer Gebiete.  
*Cation concentrations of bog waters of european areas.*

Hochmoore in	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Quelle
Polen	3.8-3.9	.5-.8	.3-.7	.6-2.2	.2-1.0	Tolpa u. Gorham (1961)
Rhön	3.7-4.1	.6-1.2	.2-.6	.7-1.3	.1-.9	Gies (1972)
Västergötland	3.7-3.9	.5-.9	.3-.7	1.6-2.0	.1-.3	Witting (1947)
Ostfriesland	3.7-4.0	1.5-1.7	1.8-2.8	7.1-9.2	.5-.6	Müller (1968)
Britische Inseln	3.9-4.0	.3-1.0	.3-1.8	2.2-13.9	.1-.6	Tolpa u. Gorham (1961) Gorham u. Cragg (1960)
Mittlerer Schwarzwald	3.0-3.3	0.3-0.6	.1-.3	.5-1.0	.1-.6	Hölzer (1977)
Innerschweizer Alpen (n=22)	4.4	0.3	0.02	0.2	0.1	Zimmerli (1988)

rektur der gemessenen Leitfähigkeit um den Anteil der H<sup>+</sup>-Ionen für die spezifische bzw. reduzierte Leitfähigkeit (=korrigierte Leitfähigkeit; Anm. des Autors) nur einen einzigen negativen und einige sehr niedrige Kred-Werte (Werte der reduzierten Leitfähigkeit; Anm. des Autors) erhält und verzichtet daher, insbesondere in Anbetracht der niedrigen Messwerte anderer Autoren (vgl. HÖLZER 1977), auf eine Korrektur der pH-Werte.

Da der Korrekturfaktor einerseits variiert und andererseits relativ hohe pH-Werte gemessen wurden, wurde bei den eigenen Messungen auf eine Korrektur verzichtet.

Sehen wir den Nährstoffgehalt der Hochmoorwässer in erster Näherung als eine Funktion ihrer atmosphärischen Nährsalzversorgung an (ALETSEE 1967), so müssten sich der niedrige Na<sup>+</sup>-Gehalt und insbesondere der um einen Faktor 10 geringere Mg<sup>2+</sup>-Gehalt der Wasserproben aus dem Hochmoor-Schwingrasen Fröschenseeli (verglichen mit den Daten von HÖLZER (1977) aus dem mittleren Schwarzwald) mit dem von ALETSEE (1967) konstruierten Niederschlagsgradienten erklären lassen. Dieser Versuch scheitert jedoch aus verschiedenen Gründen:

1. Aus der Schweiz liegen nur Messdaten von Bern-Liebefeld vor.
2. Zwischen den Messwerten aus Bern und denjenigen aus der südlichen Hälfte Deutschlands oder denjenigen aus dem Landesinnern Frankreichs ist kein Gradient festzustellen.

3. Unterschiede von einem Faktor 10 wären höchstens beim Vergleich von küstennahen Mooren mit solchen kontinentaler Prägung zu erwarten.
4. Das Fröschenseeli liegt am Nordalpenrand mit einem durchschnittlichen Jahresniederschlag von ungefähr 220 cm, also in einem atlantisch getönten Klima.

Die Unterschiede bedürfen demnach einer anderen Erklärung. Die wahrscheinlichste Erklärung liefert das neuartige, wenig störungsträchtige Probennahmesystem, das zur Gewinnung der Wasserproben verwendet wurde. Ein Vergleich mit dem Presswasser aus dem Schwingfilz zeigt, dass dieses dreimal höhere  $\text{Ca}^{2+}$ -Gehalte, viermal höhere  $\text{Mg}^{2+}$ -Gehalte und zehnmal höhere Gehalte an den einwertigen Kationen  $\text{Na}^+$  und  $\text{K}^+$  enthält. Die geringe Anzahl von 3 Stichproben erlaubt jedoch keine statistische Erhärtung dieser Aussage.

Zum  $\text{Ca}^{2+}$ -Gehalt von Moorwasserproben aus der Schweiz liegen z.B. Daten von ÄBERHARD (1972) und WILDI (1977) vor. Die entsprechenden Werte liegen bei ÄBERHARD (1972) 6x und bei WILDI (1977) 2x höher als diejenigen des in der vorliegenden Arbeit untersuchten Hochmoor-Schwingrasens.

## 4.4. VEGETATION UND STANDORT DER SCHWINGRASEN

### 4.4.1. Übersicht und Zuordnung

In der folgenden Übersicht sind die Gesellschaften der Schwingrasen systematisch geordnet, wobei die Gliederung zur Hauptsache OBERDORFER (1977) folgt, bei Syntaxa niedrigen Ranges aber auch KLÖTZLI (1969, 1973), DIERSSEN und DIERSSEN (1984) und DIERSSEN und REICHELT (1988). Diese Synopsis soll eine Übersicht über die Vegetation der Schwingrasen der Schweiz vermitteln. Die interessierenden Syntaxa sind in die beiden Verbände *Rhynchosporion albae* Koch 26 und *Caricion lasiocarpae* Vanden Bergh. ap. Lebrun et al. 49 der Ordnung *Scheuchzerietalia palustris* Nordhag. 37 zu stellen.

#### 4.4.1.1. *Rhynchosporion albae* Koch 26

Das *Rhynchosporion albae* Koch 26 lässt sich floristisch kennzeichnen durch die Verbreitungsschwerpunkte der Arten *Scheuchzeria palustris*, *Rhynchospora alba*, *Rhynchospora fusca*, *Carex limosa*, *Drosera intermedia*, *Sphagnum cuspidatum*, *Sphagnum majus*, *Sphagnum balticum*, *Sphagnum jensenii*, *Drepanocladus fluitans* und *Cladopodiella fluitans* (DIERSSEN und REICHELT 1988).

Gegenüber den Gesellschaften des *Caricion lasiocarpae* Vanden Bergh. ap. Lebrun et al. 49 als weiteren Verband der Ordnung *Scheuchzerietalia palustris* Nordh. 36 treten im *Rhynchosporion albae* teilweise noch bezeichnende Vertreter der *Oxycocco-Sphagnetea* als Differentialarten stärker hervor, während im *Caricion lasiocarpae* wiederum hochwüchsige mesotraphente Arten nasser Niedermoorstandorte ihren Schwerpunkt haben, so etwa *Carex lasiocarpa*, *Equisetum fluviatile*, *Eriophorum gracile*, *Sphagnum obtusum* und *Comarum palustre* (DIERSSEN und REICHELT 1988).

Die Gesellschaften des *Rhynchosporion albae* sind bezeichnend für Schlenken, Rimpis, nasse Depressionen, Schwingdecken und Kolkränder in Hoch- und Niedermooren der temperaten und vor allem der borealen Region der Holarktis. Hydrologisch sind sie gekennzeichnet durch langfristig hohe Wasserstände. Von Spätherbst bis Frühjahr, mitunter auch während der Vegetationsperiode, kann der Wasserspiegel über Flur liegen. Selbst in den trockene-

ren Bereichen fallen die Wasserstände während der Vegetationsperiode selten und allenfalls kurzfristig unter 20 cm unter Flur (DIERSSEN und REICHELT 1988). Neben Bryophyten können sich lediglich Gefäßpflanzen behaupten, die ein funktionsfähiges Durchlüftungsgewebe besitzen, zumeist Cyperaceen. Mykorrhizabildende Ericaceen wie *Andromeda polifolia* und *Oxycoccus quadripetalus* haben dadurch Konkurrenz Nachteile (vgl. BACKEUS 1985).

SJÖRS (1948) kennzeichnet die hydrologischen Verhältnisse in Mooren mit bewegtem Mikrorelief mit Hilfe einer vierstufigen Skala und unterscheidet Torfschlamm-Schlenken (mud-bottoms), Teppichniveau (carpet communities), Rasenniveau (lawn communities) und Zwergstrauchbulten (hummock communities). DIERSSEN und REICHELT (1988) geben grob schematisierte Grundwasser-Dauerlinien für diese vier unterschiedlichen Wasserstufen und Kennzeichnen die Wechselbeziehung von Azidität und Wasserstufen in einem Ökogramm.

KULCZYNSKI (1949) unterscheidet in Übergangsmooren drei ökologische Gruppen, die auf unterschiedlichen Wasserstufen gründen, und zwar telmatische Gesellschaften, die fähig sind auf der Höhe des Moorwasserspiegels Torf zu bilden (z.B. Schlenkengesellschaften mit *Sphagnum cuspidatum*), semiterrestrische Gesellschaften, die zur Torfbildung über dem Wasserspiegel fähig sind (z.B. *Sphagnum magellanicum*- und *Sphagnum fuscum*-Gesellschaft) und terrestrische Gesellschaften, die sich auf Bulthöhe einstellen und deren Wachstum beenden (z.B. *Calluna vulgaris*-, *Polytrichum*-, Flechten-Gesellschaft).

KAULE (1973 a) unterscheidet in Moorkomplexen Schlenkengesellschaften, Bultfussgesellschaften und Bultgesellschaften.

In der vorliegenden Arbeit werden drei Wasserstufen unterschieden, und zwar Schlenkengesellschaften, ebene Moorgesellschaften und Bultgesellschaften (vgl. Fig. 1.1., S. 15). Letzte entspricht weitgehend dem Rasenniveau von SJÖRS (1948) und DIERSSEN und REICHELT (1988).

Die Gesellschaften des *Rhynchosporion* sind, insbesondere im Bereich von Schwingrasen, für ebene Moorgesellschaften bezeichnend, in geringerem Umfang bei ausdünnender Phanerogamenschicht und häufig weitgehendem Fehlen von Bryophyten auch für Torfschlamm-Schlenken.

Bezeichnende Kontaktgesellschaften sind im dystrophen und stark sauren, oligotrophen Bereich *Oxycocco-Sphagnetea*-Gesellschaften, im kalkoligotrophen und mesotrophen Bereich *Caricion davalliana*-Gesellschaften bzw. bei

erhöhter Produktivität *Caricion lasiocarpae*-Gesellschaften (vgl. Fig. 1.1.). Synonyme, Synmorphologie, synsystematische Gliederung der Assoziation in Europa, Synökologie, Synchorologie und Syndynamik vgl. auch DIERSSEN und REICHELT (1988).

#### 4.4.1.1.1. *Caricetum limosae* Br.-Bl. 21

Der Grossteil der gewonnenen Vegetationsaufnahmen im Untersuchungsraum der hochmontanen, subalpinen (und alpinen) Stufe der Schweizer Alpen ist dem *Caricetum limosae* Br.-Bl. 21 zuzuordnen. Das *Rhynchosporetum albae* Koch 26 fehlt in diesen Höhenlagen und *Caricion lasiocarpae*-Gesellschaften stellen sich nur an wenigen Orten bei erhöhter Produktivität ein.

OBERDORFER (1977) charakterisiert das *Caricetum limosae* als Schwingrasengesellschaft nasser Schlenken auf mässig basenreichen-sauren bis basenreichen Torfböden. Im ganzen ist *Carex limosa* nur eine schwache Kennart der Assoziation, da sie auch in anderen Gesellschaften der Ordnung vertreten ist (vgl. dazu OBERDORFER 1977, Tab. 64 S. 222, sowie DIERSSEN und REICHELT 1988, Tab. 1 S. 44). An der Kennartengarnitur und den steten Begleitern ist die Assoziation aber ohne Schwierigkeiten zu erkennen. Zur Aufgliederung des *Caricetum limosae* in mehrere, nur durch Trennarten gekennzeichnete Grundeinheiten (vgl. KRISAI 1972), was einer Auflösung des Assoziationsbegriffes gleichkäme (OBERDORFER 1977), besteht keine Veranlassung. Auch DIERSSEN und REICHELT (1988) warnen vor den Konsequenzen einer derartigen "Atomisierung" der pflanzensoziologischen Systematik.

Alle durch die Charakterarten *Carex limosa* und *Scheuchzeria palustris* in der Feldschicht beherrschten Bestände wurden somit in der vorliegenden Arbeit zu einer Assoziation zusammengefasst (vgl. Tab. 4.6. bis 4.8.).

In einigen wenigen Schwingrasen wird *Carex limosa* durch *Carex magellanica* ersetzt, wofür keine ökologische Erklärung gegeben werden kann (vgl. GROSSENBACHER 1980). Diese Bestände wurden daher ebenfalls ins *Caricetum limosae* gestellt und bei der Differenzierung der Tabelle wie *Carex limosa* - beherrschte Bestände behandelt.

Dem Konzept von KRISAI (1972), DIERSSEN und REICHELT (1988) und weiterer Autoren folgend, wurde die Assoziation nach unterschiedlichen Dominanten in der Bryophytenschicht in Untergesellschaften gegliedert. In Anlehnung an

BICK (1985) wurden die Untergesellschaften zusätzlich, je nach den dominanten Moosschichtarten, in mehrere Soziationen gegliedert, die aber nicht zu Subassoziationen bzw. Kleinassoziationen erhoben werden wie bei DIERSSEN und REICHELT (1988) bzw. KRISAI (1972).

Auf eine lateinische Namensgebung der eigenen Einheiten, die lokal gültig sind, sowie auf den Vorschlag einer Neufassung des *Caricetum limosae* wurde in Anbetracht der aussergewöhnlichen Höhenlage des Untersuchungsraumes verzichtet. Zudem müssten dazu erstens Aufnahmen aus dem ganzen Alpenraum und zweitens nicht nur solche von Schwingrasen vorliegen.

Gliederung des *Caricetum limosae* Br.-Bl. 21 (vgl. Tab. 4.6. bis 4.8.)

Untergesellschaft a mit basiphilen *Amblystegiaceae* (und *Mniaceae*)

Untergesellschaft b mit basitoleranten *Sphagna* (bzw. *Amblystegiaceae*)

Soziation I mit *S. contortum* und *S. platyphyllum*

Soziation II mit *Drepanocladus exannulatus* und *Calliergon sarmentosum*

Soziation III mit *S. teres*

Soziation IV mit *S. subsecundum*

Soziation V mit *S. recurvum* ssp. *angustifolium*

Untergesellschaft c mit basiphoben *Sphagna* (und *Drepanocladus fluitans*)

Soziation I mit *Drepanocladus fluitans*

Soziation II mit *S. recurvum* ssp. *mucronatum*

Soziation III mit *S. majus*

Soziation IV mit *S. cuspidatum*

#### 4.4.1.1.2. *Rhynchosporetum albae* Koch 26

KLÖTZLI (1969) unterscheidet für das nördliche Schweizer Mittelland 4 Subassoziationen, von denen 3 auf Schwingrasen auftreten. Die Differenzierung dieser 3 Subassoziationen beruht in etwa auf den 3 Wasserstufen Bult, ebene Moorgesellschaft und Schlenke.

Die relativ trockene, hochmoorartige *Calluna*-Ausbildung auf flachen Bulten leitet in ihrem trockensten Flügel zu den Heiden über, die etwas feuchtere *Trichophorum alpinum*-Ausbildung bildet ebene Moorgesellschaften und zugleich die klassischen Schwingrasen des *Rhynchosporetum*, und die nasse

*Scheuchzeria*-Ausbildung in flachen Schlenken zeigt Anklänge an das *Caricetum limosae*. Die etwas nährstoffreichere *Lythrum*-Ausbildung fehlt auf Schwingrasen (KLÖTZLI 1969).

Rhynchosporen bilden sich in der Schweiz fast ausschliesslich auf Moorflächen, die vom Menschen stark gestört sind (KLÖTZLI 1969). Namentlich abgetorfte, fast vegetationslose Flächen sind ein vorübergehender Zustand; deshalb halten sich die Rhynchosporen dort nur sehr kurzfristig. Die Sukzession führt je nach Umwelt zu *Carex lasiocarpa*-Übergangsmooren oder Hochmooren (KLÖTZLI 1969).

Die von KLÖTZLI (1969) verarbeiteten Vegetationsaufnahmen von Schwingrasen mit dem *Rhynchosporetum albae* stammen auch durchwegs aus ehemaligen Torfstichgebieten.

#### 4.4.1.2. *Caricion lasiocarpae* Vanden Berg. ap. Lebrun et al. 49

In diesem Verband, der häufig auch als *Eriophorion gracilis* Preisg. ap. Oberd. 57 bezeichnet wird (vgl. KLÖTZLI 1969, 1973) werden mesotrophe Übergangsmoorgesellschaften zusammengefasst, die bei höherer Produktivität die Rhynchosporion-Gesellschaften ablösen. Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt in borealen Gebieten und in Süddeutschland vor allem in Alpennähe (OBERDORFER 1977).

Die Vorkommen können z.T. als Glazialrelikte gedeutet werden und sind stark gefährdet und im Rückgang begriffen (OBERDORFER 1977). Die Assoziationen sind entsprechend verarmt und im Gebiet vor allem durch einige wenige bestandesbildende Kennarten charakterisiert (OBERDORFER 1977). Bezeichnend ist, dass einige nordische Arten, die sonst als Klassenkennarten gelten, wie *Menyanthes trifoliata* oder *Comarum palustre*, in diesen Übergangsmoorgesellschaften einen deutlichen Schwerpunkt ihres Vorkommens aufweisen (OBERDORFER 1977).

##### 4.4.1.2.1. *Caricetum lasiocarpae* Koch 26

OBERDORFER (1977) charakterisiert das *Caricetum lasiocarpae* als Gesellschaft über nassen, basenreichen, z.T. kalkhaltigen, mässig nährstoffreichen, anmoorigen bis torfigen Böden, die oft als Schwingrasen ausgebildet ist.

Nach KLÖTZLI (1969, 1973) lassen sich bei den *Carex lasiocarpa*-Sümpfen der Nordschweiz, die im Gebiet als Schwingrasen ausgebildet sind, zwei Gruppen unterscheiden, die Assoziationsrang verdienken. Er unterscheidet *Carex lasiocarpa*-Sümpfe mit vorherrschenden Torfmoosen, das *Sphagno-Caricetum lasiocarpae* auf kalkarmem Untergrund, von *Carex lasiocarpa*-Sümpfen mit vorherrschenden Braunmoosen, dem *Chrysohypno-Caricetum lasiocarpae* auf stärker basenhaltigem Untergrund. Diese *Carex lasiocarpa*-Sümpfe sind in mesotrophe Niedermoorkomplexe eingelagert. Charakteristische Kontaktgesellschaft ist das *Caricetum elatae comaretosum*. Eine detaillierte Beschreibung von Vegetation und Standort dieser *Carex lasiocarpa*-Schwingrasen sowie ein ausführlicher Literaturvergleich finden sich bei KLÖTZLI (1969).

In den hochmontanen und subalpinen Lagen der Schweizer Alpen fehlt das *Caricetum lasiocarpae* weitgehend. Die höchst gelegenen schwingenden Bestände von *Carex lasiocarpa* erscheinen in den Nordalpen am Jaunpass auf 1510 m/M, in den Zentralalpen im Engadin am Stazersee auf 1810 m/M und sind sehr artenarm.

#### 4.4.1.2.2. *Caricetum diandrae* Jon. 32 em. Oberd. 57

OBERDORFER (1977) charakterisiert das *Carex diandra*-Moor als Zwischenmoorgesellschaft nasser, basenreicher, schwach bis mässig saurer Torfschlammböden mit montanem Verbreitungsschwerpunkt in Süddeutschland. Wie beim *Caricetum lasiocarpae* muss auch hier eine reiche Ausbildung mit *Scorpidium scorpioides* und eine arme saurer Standorte dem Assoziationsbegriff *Caricetum diandrae* untergeordnet werden (OBERDORFER 1977)

Nach KLÖTZLI (1969) handelt es sich beim *Caricetum diandrae* um eine in der Schweiz sehr seltene Gesellschaft mit drei einzigen Beständen in der Nordschweiz.

BRAUN-BLANQUET und RÜBEL (1932) geben *Carex diandra* als durch die subalpine Stufe sehr zerstreut vorkommender Seen-Verlander im äussersten Gürtel von Schwingrasen an.

Die wenigen gefundenen Bestände von *Carex diandra* im Untersuchungsraum liegen in der Tat an der Front von Schwingrasen an mesotrophen Bergseen und sind in Tab. 4.11. zusammengestellt. Die in Tab. 4.11. herausgearbeitete floristische Gliederung verwendet die gleichen Differentialarten wie beim

*Caricetum limosae* (vgl. dazu DIERSSEN und DIERSSEN 1984). Auf eine lateinische Namengebung der eigenen Einheiten wird aus denselben Gründen wie beim *Caricetum limosae* sowie wegen der geringen Anzahl von Aufnahmen verzichtet.

Gliederung des *Caricetum diandrae* Jon. 32 em. Oberd. 57 (vgl. Tab. 4.11.)

Untergesellschaft a mit basiphilen *Amblystegiaceae* (und *Mniaceae*)

Untergesellschaft b mit basitoleranten *Sphagna*

Soziation I mit *S. contortum*

Soziation II mit *S. teres*

Soziation III mit *S. subsecundum*

Soziation IV mit *S. recurvum* ssp. *angustifolium*

#### 4.4.2. Charakterisierung der Vegetationseinheiten

Ursachen für die unterschiedliche Ausbildung von Beständen und letztlich von Gesellschaften sind durch den direkten Vergleich von Standortsfaktoren innerhalb desselben Moorkomplexes meist besser zu beurteilen als durch eine Gegenüberstellung der Standortsfaktoren isolierter Einzelbestände. Innerhalb ein und desselben Komplexes bleiben bestimmte Standortsfaktoren konstant. Die übrigen Faktoren dagegen zeigen eine Differenzierung, die sich auch in der Vegetation niederschlägt.

In den untersuchten Schwingrasen sind insbesondere zwei solcher Faktoren von Bedeutung: Die verbesserte Nährstoffversorgung durch Wasserfluss (Wasserbewegung an der Schwingrasenfront und am Ausfluss des Restsees, Einsickern von Mineralbodenwasser, Grundwasseraufstoss) und die Höhe des anstehenden Wasserspiegels, der vom Auftrieb bzw. der Aufwölbung des Schwingfilzes abhängt.

Solche durch direkten Vergleich im Feld gewonnene Erkenntnisse fliessen daher in die folgende Charakterisierung der Vegetationseinheiten und ihres Standorts ein.

Die Tabellenstruktur beruht in erster Linie auf der unterschiedlichen Basenversorgung der Untergesellschaften, mit dem basenreichen Flügel auf der linken Seite und dem dystrophen Flügel auf der rechten Seite (vgl. Tab. 4.6. bis 4.11.). Innerhalb einer Soziation wurden die trockeneren Ausbildungen je-

weils im rechten Flügel dargestellt. Da Basenversorgung und relative Bodenfeuchte zusammenhängen, kann die Tabelle nicht als stetiger Basengradient interpretiert werden.

#### 4.4.2.1. *Caricetum limosae* Br.-Bl. 21

##### 4.4.2.1.1. Synmorphologie

Das *Caricetum limosae* Br.-Bl. 21 bildet auf Schwingrasen im Regelfall schüttere, niedrige Rasen. Die Deckung der Phanerogamen liegt vielfach um oder unter 20%. Die Bryophytenschicht, ausser im basenreichsten und nassen Flügel von Torfmoosen aufgebaut, ist dagegen meist mehr oder weniger geschlossen.

Besonders in den auch während der Vegetationsperiode wassergefüllten Schlenken nimmt der Deckungsgrad der Cyperaceen-beherrschten Feldschicht rapide ab. Andererseits können flutende *Carex limosa*-Bestände an oligo- bis mesotrophen Restseen sehr hohe Deckungsgrade erreichen.

*Carex limosa* und *Scheuchzeria palustris* können sich gegenseitig als vorherrschende Arten ersetzen, wobei eine Dominanz von *Scheuchzeria palustris* selten ist. *Scheuchzeria palustris* bevorzugt weniger nasse Flächen und dünnnt in basenreichem Milieu eher aus als *Carex limosa* (vgl. dazu DIERSSEN und DIERSSEN 1984). An der Front von Schwingrasen an Moorseen wagt sich *Carex limosa* weiter ins offene Wasser hinaus als *Scheuchzeria palustris* (vgl. dazu HEGG 1965), die sich einzig an dystrophen Gewässern an der Primärverlandung beteiligt.

In der Bryophytenschicht dominieren im basenreichen und nassen Flügel *Amblystegiaceae*, im sauren *Sphagnaceae*.

Die artenärmsten Bestände liegen im dystrophen und nassen Bereich, die artenreichsten im relativ trockenen, basenreichen. Auf gleicher Wasserstufe steigt die Artenzahl mit zunehmender Basenversorgung (vgl. DIERSSEN und REICHELT 1988). Jedoch können auch im dystrophen Flügel infolge erhöhter Nährstoffversorgung durch Wasserfluss artenreichere Bestände auftreten. Mit abnehmender Höhe des anstehenden Wasserspiegels bzw. bei Aufwölbung des Schwingrasens steigt die Artenzahl ebenfalls durch das Hinzutreten einzelner Mineralbodenwasserzeiger (z.B. *Carex canescens*). Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass auch in ionenreichen Schlenken ausgesprochen artenarme Bestände vorkommen (vgl. dazu KAULE 1973 a).

#### 4.4.2.1.2. Synchorologie

Die drei Assoziationscharakterarten, *Carex limosa*, *Carex livida* und *Scheuchzeria palustris*, sind holarktisch in der borealen und - seltener - temperaten Zone verbreitet, *Carex limosa* mit dem insgesamt weitesten Gesamtareal (DIERSSEN und REICHELT 1988). *Carex livida* bleibt auf die boreale Zone beschränkt und fehlt in der Schweiz.

*Carex limosa* ist in der gesamten Schweiz von der kollinen bis über die subalpine Stufe hinaus verbreitet. Die höchstgelegenen Fundorte liegen in den Zentralalpen im Wallis auf 2415 m/M (GROSSENBACHER 1980) bzw. auf 2421 m/M (DESFAYES 1984). Der höchstgelegene Schwingrasen mit einem *Caricetum limosae* liegt ebenfalls im Wallis auf 2330 m/M.

Im Mittelland ist das *Caricetum limosae* als sehr seltene und gefährdete Pflanzengesellschaft einzustufen. Insbesondere artenreiche Bestände im basenreichen Flügel mit Kontaktgesellschaften aus dem *Caricion davallianae* sind verschwunden und kommen nur noch kleinflächig an 2-3 Örtlichkeiten vor (KLÖTZLI mdl.).

*Scheuchzeria palustris* besiedelt Moore von der kollinen bis in die oberste subalpine Stufe. Der höchstgelegene Fundort von *Scheuchzeria palustris* in den Berner Nordalpen liegt auf 1880 m/M (GROSSENBACHER 1980). In den Zentralalpen, wo *Scheuchzeria palustris* sehr selten und lückig verbreitet ist, liegt der höchste Fundort im Wallis auf 1855 m/M (DESFAYES 1984), der höchste im Kanton Graubünden auf 1910 m/M (GROSSENBACHER 1980). Der höchstgelegene Fundort der Schweiz liegt im Gotthardmassiv (Kanton Uri) auf 2068 m/M.

Mit Ausnahme des Kantons Graubünden, wo *Scheuchzeria palustris* nur sehr punktuell verbreitet ist und z.B. in den Engadiner Mooren fehlt, liegen sämtliche erwähnten höchstgelegenen Fundorte auf Schwingrasen.

#### 4.4.2.1.3. Syndynamik

Im ombrotrophen Bereich nimmt das *Caricetum limosae* auf Schwingrasen wie auch auf festen Mooren die nassesten, noch von Phanerogamen besiedelbaren Standorte ein. Mit abnehmenden Wasserständen wird die Assoziation in der kollinen und unteren montanen Stufe durch das *Rhynchosporietum* verdrängt, bei erhöhter Produktivität durch das *Caricetum lasiocarpae* (vgl. dazu KLÖTZLI 1969, KAULE 1974, DIERSSEN und REICHELT 1988).

In der oberen montanen und subalpinen Stufe geht das *Caricetum limosae* direkt in *Oxycocco-Sphagnetea*-Gesellschaften über (vgl. dazu auch KAULE 1974 S. 272/273).

Im Bereich von Niedermooren steht das *Caricetum limosae* in Kontakt zu *Caricion fuscae*- oder *Caricion davallianae*-Gesellschaften, bei erhöhter Produktivität wiederum zu *Caricion lasiocarpae*-Gesellschaften.

#### **4.4.2.1.4. Synökologie**

Im Regelfall ist der Schwingfilz wassergesättigt, zumindest im Hauptwurzelhorizont, und, wenn überhaupt eine Wasserbewegung stattfindet, so ist diese innerhalb der Peripherie des Schwingrasens sehr gering. Somit bestimmt der Moorwasserkapillarsaum den Grad der Sauerstoffversorgung. Der Sauerstoffmangel im Wurzelbereich wird zu einem prägenden Standortsfaktor (DIERSSEN und REICHELT 1988).

Schlenkenartige Vertiefungen im Schwingrasen können auch während der Vegetationsperiode langfristig wassergefüllt sein, was sowohl ein Ausdünnen der Phanerogamen wie der Bryophyten, ganz besonders im dystrophen Bereich, zur Folge hat.

Der Ionengehalt des freien Moorwassers wie des Schlenkenwassers ist jedoch sehr unterschiedlich, was im Zusammenwirken mit den unterschiedlichen Wasserstufen zur Differenzierung in der Bryophytenschicht führt.

#### **4.4.2.1.5. Gliederung der Assoziation und Synökologie der Untergesellschaften und Soziationen**

Im folgenden werden die einzelnen Untergesellschaften (vgl. Tab. 4.6. bis 4.8.) kurz charakterisiert. Der Literaturvergleich beschränkt sich im allgemeinen auf den Hinweis der entsprechenden Subassoziation bei DIERSSEN und REICHELT (1988), wo zur Gliederung des *Rhynchosporion albae* W. Koch 1926 in Europa 4200 Vegetationsaufnahmen verwertet wurden. Dort sind auch Synonyme zusammengestellt sowie ein Nachweis der Vegetationsaufnahmen (mit Gesellschaft und Autor), gesondert nach Subassoziationen.

**Zu Tab. 4.6. bis 4.11.**

Ch = Assoziationscharakterarten, V/O/K = Verbands/Ordnungs/Klassencharakterarten, S = Sonstige

d1, d2, d3 = Differentialarten(gruppen)

d1: basophile *Amblystegiaceae* (und *Mniaceae*)

d2: basitolerante *Sphagna* (bzw. *Amblystegiaceae*)

d3: basiphobe *Sphagna* (und *Drepanocladus fluitans*)

Es treten weiter auf:

*Amblyodon dealbatus* in: 80; *Cladopodiella fluitans* in: 86, 103, 109, 151, 152, 173, 174, 181, 195; *Carex pauciflora* in: 135; *Equisetum silvaticum* in: 138; *Gymnocolea inflata* in: 37, 43, 86, 91; *Juncus effusus* in: 138; *Scapania irrigua* in: 48; *Sphagnum capillifolium* in: 67; *Sphagnum compactum* in: 32, 48, 86; *Sphagnum fuscum* in: 196; *Sphagnum rubellum* in: 196; *Sphagnum tenellum* in: 191; *Vaccinium uliginosum* in: 108, 111.

Untergesellschaften, Soziationen: vgl. Text

Nomenklatur der Pflanzennamen vgl. Kapitel 3.1.

Nachweis der Vegetationsaufnahmen: auf die Publikation der Koordinaten wird aus natur-schützerischen Überlegungen verzichtet. Diese sowie weiterführende Angaben zu den Objekten finden sich bei ZIMMERLI (1988a). Allgemeine Hinweise zur Herkunft der Vegetationsaufnahmen finden sich in Kapitel 2.1.

Verzeichnis der Abkürzungen: (C=Code, K=Kanton)

C	Lokalität	m/M	K	C	Lokalität	m/M	K
AL	östlich Aeggäuli	1670	BE	LV	Lai da Vons	2000	GR
AN	Alp Nadel	1940	GR	MA	Mägisalp	1700	BE
AP	Au Paquier dessus	1440	FR	MG	Mottone die Garzonera	1890	TI
AR	Schwarzsee Arosa	1730	GR	MH	Moorsee Hohberg	1730	BE
BA	Moor hinder der Egg	1740	BE	ML	Maloja	1880	GR
BE	Berg, Göschenenalp	2070	UR	MM	Marchmettlen	1510	OW
BO	Bonigersee	2095	VS	MO	Col des Mosses	1450	VD
BU	Burstblätz	1630	BE	MT	Tümpel Chaltenbr.	1730	BE
CA	Chlosteralp	1310	SG	NA	Naserina	1600	SG
CH	Chastlatsch	1740	GR	PA	Pascuminersee	1980	GR
CO	Cocorie	1950	VS	PR	Pale Radonda	1870	GR
ES	Essertse	2330	VS	PV	Piano sopra Visletto	1430	TI
FL	Flesch	1850	VS	RI	Rietlikopf	1660	SG
FS	Fröschenseeli	1410	OW	SA	Seefeldalpsee	1820	OW
GA	Göschenenalp	1910	UR	SC	See ob Chänelegg	1890	BE
GR	Grotzenbüel	1580	GL	SD	Schwand	1480	OW
GS	Chalberboden	1925	BE	SG	Sass de la Golp	1950	GR
GU	Gürmschwald	1470	LU	SH	Schluchhole	1660	BE
GV	Gouille verte	1900	VS	SI	Siterenmoos	1680	OW
HB	Moore Haslerberg	1880	BE	SR	Stöcklerriet	1330	SG
HU	Hubel	1740	BE	ST	Stelsnersee	1670	GR
HW	Höhenschwand	1580	BE	SW	Schöpfenwald	1450	BE
IM	Moore in Miseren	1840	BE	TG	Trogenmoos	1480	BE
JU	Sange de Pré Rodet	1035	JU	TR	Träjen	2050	BE
LI	Limartsch	2010	GR	TU	Moorsee Turen	1740	BE
LJ	Lac des Joncs	1230	FR	TW	Torfwiesen	1830	GR
LM	Lej Marsch	1810	GR	US	Untere Schluecht	1400	OW
LN	Lej Nair	1860	GR	WE	Wengli	1580	OW
LS	Lej da Staz	1810	GR				

**Tab. 4.6.** *Caricetum limosae*, Untergesellschaft - subassocation a  
(Erklärungen s. S. 55)

**a) Untergesellschaft a mit basiphilen *Amblystegiaceae*  
(und *Mniaceae*)**

Diese braunmoosbeherrschte Untergesellschaft lässt sich durch die Artengruppe **d1**, die die vier basiphilen *Amblystegiaceae* *Scorpidium scorpioides*, *Calliergon giganteum*, *Drepanocladus revolvens* und *Calliergon trifarium* sowie *Rhizomnium punctatum* umfasst, deutlich vom torfmoosbeherrschten Flügel des *Caricetum limosae* abtrennen. *Drepanocladus revolvens* und *Scorpidium scorpioides* können sich faziesbildend ablösen, wobei *Drepanocladus revolvens* trockenere Bereiche bevorzugt. Während *Scorpidium scorpioides* und *Calliergon trifarium* ionenreiche Schlenken besiedeln, bevorzugt *Calliergon giganteum* wasserzügige Orte wie den Pseudolagg von Schwingrasen. *Rhizomnium punctatum* tritt polsterbildend auf erhöhten Stellen auf.

Die Untergesellschaft a ist zusätzlich gekennzeichnet durch das Fehlen von *Oxycocco-Sphagnetea*-Arten sowie im vorliegenden Material von *Drosera anglica* und *Carex canescens*. Eine Ausbildung mit *Drosera anglica* kommt im Gebiet jedoch vor und ist z.B. in schwingenden Schlenken in Torfwiesen (Engadin) grossflächig anzutreffen. Die Untergesellschaft a stellt sich im Bereich von *Caricion davallianae*-Gesellschaften ein, in welche trockene Ausbildungen überführen. Bei besseren Produktionsbedingungen kann sie sich auch mit *Caricion lasiocarpae*-Gesellschaften verzahnen.

Alle vorliegenden Aufnahmen stammen aus den Zentralalpen (Kanton Graubünden) aus einer Höhe zwischen 1670 m/M und 2000 m/M.

Eine Ausbildung mit *Heleocharis pauciflora* tritt in nassen Übergangsmoorkomplexen auf.

- Literatur: DIERSSSEN und REICHELT (1988): *Caricetum limosae* Paul 10 ex Osv. 23 emend. Di. 82, Subass. von *Scorpidium scorpioides* Braun 68  
KRISAI (1972): *Scorpidio-Caricetum limosae* (Br.-Bl. 21) Dahl 56  
BRAUN-BLANQUET (1971): *Caricetum limosae* Br.-Bl. 1921 Schedae (*Scheuchzerietum* Tx. 1937), *Utricularia-* und *Eleocharis*-Variante  
KLÖTZLI (1973): *Campylio-Caricetum limosae* Klötzli 69  
KAULE (1973 a): Braunmoos-Schlenkengesellschaft

Bemerkung: Die Gesellschaft ist durch die basiphilen *Amblystegiaceae* gut gekennzeichnet und stimmt mit den angegebenen Einheiten aus der Literatur gut überein.

**b) Untergesellschaft b mit basitoleranten *Sphagna*  
(bzw. *Amblystegiaceae*)**

Diese im Regelfall durch die Dominanz basitoleranter *Sphagna* (**d2**) gekennzeichnete Untergesellschaft zeigt die breiteste ökologische Amplitude und ist auch floristisch am heterogensten zusammengesetzt.

Im basenreichen und nassen Flügel leitet sie über zu den braunmoosbeherrschten Schlenken, im sauren zu der durch basiphobe *Sphagna* beherrschten Untergesellschaft c.

Einige Verbands- und Ordnungskennarten wie *Sphagnum centrale*, *Carex magellanica*, *Carex canescens*, *Juncus filiformis* und *Equisetum limosum* haben hier den Schwerpunkt ihres Vorkommens. *Menyanthes trifoliata* dünnnt im sauren Flügel der Untergesellschaft langsam aus und *Comarum palustre* ist dort bereits als fremde Art anzusehen. *Oxycocco-Sphagnetea*-Arten fehlen weitgehend und einzige *Sphagnum magellanicum* erreicht im rechten Flügel eine höhere Stetigkeit.

*Drosera anglica* tritt einzig an zwei Lokalitäten auf kräftigen *Sphagnum teres*-Polstern im Bereich von Übergangsmooren auf.

Aufgrund der Dominanten in der Moosschicht lassen sich mehrere Soziationen unterscheiden.

**I. Soziation I mit *Sphagnum contortum* und *Sphagnum platyphyllum*.**

Diese Soziation wurde nur im Kanton Graubünden angetroffen und steht in direktem Kontakt zur braunmoosbeherrschten Schlenkengesellschaft, aus welcher sie sich entwickeln dürfte. Sie steht deutlich trockener als diese. *Sphagnum contortum* und *Sphagnum platyphyllum* bevorzugen basenreichere Standorte als die Soziation IV mit *Sphagnum subsecundum*, die viel weiter verbreitet ist, eine breitere ökologische Amplitude zeigt und im Mittel deutlich trockener steht.

Literatur: DIERSSSEN und REICHELT (1988): *Caricetum limosae* Paul 10 ex Osv. 23 emend. Di. 82, Subass. von *Sphagnum subsecundum* (Warén 1926) stat. nov. hoc loco  
KAULE (1973 a): *Sphagnum contortum*-Bultfussgesellschaft

**Tab. 4.7. *Caricetum limosae*, Untergesellschaft - subassocation b  
(Erklärungen s. S. 55)**

Lokalität		L	S	C	L	S	E	C	B	E	S	S	A	S	L	T	T	A	H		
Lauf-Nr.		2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4		
		2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4		
		4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1		
Soziation		I		II												III					
1	<i>Carex limosa</i>	Ch	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	1	1	2	3	+ 1	2	3	4
2	<i>Scheuchzeria palustris</i>	Ch	.	.	.	.	+	.	.	.	.	2	+	.	.	.	.	.	.	1	
3	<i>Scorpidium scorpioides</i>	d1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
4	<i>Calliergon giganteum</i>		+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
5	<i>Drepanocladus revolvens</i>		+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
6	<i>Calliergon trifarium</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	+	.	
7	<i>Rhizomnium punctatum</i>		.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
8	<i>Heleocharis pauciflora</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
9	<i>Sphagnum platyphyllum</i>	d2	.	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	
10	<i>Sphagnum contortum</i>		5	.	4	++	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
11	<i>Drepanocladus exannulatus</i>		.	.	.	.	4	5	1	3	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
12	<i>Calliergon sarmentosum</i>		.	.	.	.	.	.	5	4	2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	
13	<i>Sphagnum teres</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	5	5	5	2	3
14	<i>Sphagnum subsecundum</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	+	.
15	<i>S. rec. ssp. amblyphyllum</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
16	<i>Calliergon stramineum</i>		.	.	1	4	5	.	.	+	.	.	++	.	.	+	2	+	5	.	
17	<i>S. rec. ssp. angustifolium</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	
18	<i>Drepanocladus fluitans</i>	(d3)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	+	.
19	<i>S. rec. ssp. mucronatum</i>	d3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20	<i>Sphagnum majus</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
21	<i>Sphagnum cuspidatum</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	<i>Sphagnum centrale</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
23	<i>Sphagnum russowii</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24	<i>Sphagnum papillosum</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
25	<i>Sphagnum magellanicum</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
26	<i>Drosera rotundifolia</i>		.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
27	<i>Oxycoccus quadripetalus</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
28	<i>Andromeda polifolia</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
29	<i>Eriophorum vaginatum</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
30	<i>Polytrichum strictum</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
31	<i>Trichophorum caespitosum</i>		.	3	.	.	.	1	.	.	+	3	.	+	.	2	2	.	+	.	
32	<i>Drosera anglica</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	2	.	.	
33	<i>Trichophorum alpinum</i>		.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	2	.	.	
34	<i>Pedicularis palustris</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
35	<i>Euphrasia rostkoviana</i>		.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
36	<i>Viola palustris</i>		.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
37	<i>Agrostis canina</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
38	<i>Galium palustre</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
39	<i>Epilobium palustre</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
40	<i>Molinia coerulea</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
41	<i>Juncus filiformis</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
42	<i>Carex stellulata</i>		.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
43	<i>Carex magellanica</i>		.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
44	<i>Carex fusca</i>		2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
45	<i>Carex canescens</i>		+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.
46	<i>Eriophorum angustifolium</i>		1	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	+	.	1	.
47	<i>Comarum palustre</i>		2	.	1	2	+	.	.	.	.	.	.	+	5	1	.	+	.	+	.
48	<i>Menyanthes trifoliata</i>		2	.	+	1	+	1	1	.	+	1	1	+	2	+	+	+	+	1	.
49	<i>Carex rostrata</i>		2	2	2	.	+	1	+	1	+	1	+	2	1	3	2	2	++	+	1
50	<i>Equisetum limosum</i>		.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.

**Tab. 4.7. (Forts.)** *Caricetum limosae*, Untergesellschaft - subassociation b  
(Erklärungen s. S. 55)

**Tab. 4.7. (Forts.)** *Caricetum limosae*, Untergesellschaft - subassociation b  
(Erklärungen s. S. 55)

Bemerkung: Neben *Sphagnum subsecundum* haben *S. platyphyllum* und *S. contortum* bezogen auf die Wasser- und Nährstoffgehalte der Böden eine ähnliche ökologische Amplitude, sind aber insgesamt seltener und wohl noch etwas enger auf basenreichere Lebensräume eingenischt ( DIERSSEN und REICHELT 1988).

Nach KAULE (1973 a) ist *Sphagnum contortum* von den beiden häufigeren Sphagnen der *Subsecunda*-Gruppe des Gebietes eindeutig das an den Ionengehalt des Wassers anspruchsvollere. Ausserhalb der Moorkomplexe hat die Art einen Schwerpunkt in Kalkniedermoorgesellschaften; im Übergangsmoor tritt sie gemeinsam mit dem *Scorpidium*-Verein und zahlreichen Niedermoararten auf (KAULE 1973 a).

Insgesamt steht *Sphagnum subsecundum* auch trockener als *S. platyphyllum* und *S. contortum*.

## II. Soziation II mit *Drepanocladus exannulatus* und *Calliergon sarmentosum*.

Diese Soziation wurde lediglich an drei hochgelegenen, wasserzügigen Standorten im Wallis sowie auf einem stark erodierenden Schwingmoor in den Innerschweizer Alpen, dort allerdings nur mit *Calliergon sarmentosum*, angetroffen.

Literatur: DIERSSEN und REICHELT (1988): *Caricetum limosae* Paul 10 ex Osv. 23 emend. Di. 82, typische Subassoziation Osv. 23

Bemerkung: Die Stellung dieser Soziation inbezug auf die Basenversorgung bleibt unklar. Eindeutig ist, dass die Soziation sehr nass steht.

## III. Soziation III mit *Sphagnum teres*.

*Sphagnum teres* dürfte inbezug auf die Basenversorgung eine breite ökologische Amplitude haben, ähnlich derjenigen von *Sphagnum subsecundum*. Es bildet sowohl auf flachen Bulten in Übergangsmooren wie auf dem aufgewölbten Rand von Schwingrasen an mesotrophen Bergseen feste, kräftige, geschlossene Polster, auf welchen die im Untersuchungsraum basiphobe *Drosera anglica* gedeihen kann. *Trichophorum alpinum* wiederum weist in diesen Beständen auf den basenreichen Untergrund hin.

Die Soziation von *Sphagnum teres* leitet wie diejenige von *S. contortum* und *Sp. platyphyllum* von braunmoosbeherrschten, ionenreichen Schlenken zu

*Caricion davallianae*-Gesellschaften über. *Calliergon stramineum* kann faziensbildend auftreten.

Literatur: DIERSEN und REICHELT (1988): *Caricetum limosae* Paul 10 ex Osv. 23 emend. Di. 82, Subass. von *Sphagnum subsecundum* (Warén 1926) stat. nov. hoc loco

#### IV. Soziation IV mit *Sphagnum subsecundum*.

Von dieser Soziation liegt die grösste Anzahl von Aufnahmen vor, was mit der weiten Verbreitung und der breiten ökologischen Amplitude von *Sphagnum subsecundum* zusammenhängt.

Die Gruppe der basiphilen *Amblystegiaceae* (d1) greift nur noch unmerklich in den basenreicherem und nässeren Flügel dieser Soziation über. *Drepanocladus fluitans* ist in dieser Soziation als vage Art, *Scheuchzeria palustris* als holde Art einzustufen. *Sphagnum magellanicum* tritt in trockeneren Ausbildungen hinzu. Aufnahmen 45 bis 54 zeigen eine lokale Ausbildung, die sich durch ausgesprochene Zweischichtigkeit inbezug auf die Nährstoffversorgung und die tiefe Lage von nur 1230 m/M auszeichnet. Aufnahmen 73 bis 80 dokumentieren eine etwas trockenere Ausbildung mit *Sphagnum centrale*.

Literatur: DIERSEN und REICHELT (1988): *Caricetum limosae* Paul 10 ex Osv. 23 emend. Di. 82, Subass. von *Sphagnum subsecundum* (Warén 1926) stat. nov. hoc loco

#### V. Soziation V mit *Sphagnum recurvum* ssp. *angustifolium*.

Soziation V ist durch die Moossynusie von *Calliergon stramineum*, *Sphagnum recurvum* ssp. *angustifolium* und *Drepanocladus fluitans* gekennzeichnet. Im Vergleich zur Soziation IV mit *Sphagnum subsecundum* steht sie trockener, die Trennschärfe ist jedoch gering. Dies vielleicht deshalb, weil ein Grossteil der Aufnahmen mit *Drepanocladus fluitans*-Fazies von einem einzigen Schwingrasen stammt, der in mancherlei Hinsicht eine Sonderstellung einnimmt. Der Untergrund ist basenreich, der Schwingfilz jedoch sehr kompakt, was zu hohem Auftrieb und somit zu oberflächlicher Austrocknung führt. Daraus resultiert eine Zweischichtigkeit inbezug auf die Nährstoffversorgung.

Literatur: DIERSEN und REICHELT (1988): *Caricetum limosae* Paul 10 ex Osv. 23 emend. Di. 82, typische Subassoziation Osv. 23.

c) Untergesellschaft c mit basiphoben *Sphagna*  
(und *Drepanocladus fluitans*)

Diese im typischen Fall durch die Dominanz von basiphoben *Sphagna* (d3) in der Moosschicht gekennzeichnete Untergesellschaft bildet sich im Bereich von Hochmooren aus. *Calliergon stramineum* als Mineralbodenwasserzeiger fehlt weitgehend. Untergesellschaft c ist gekennzeichnet durch das Auftreten von *Oxycocco-Sphagnetea*-Arten und von *Drosera anglica* im trockenen Flügel sowie durch das Fehlen oder starke Zurücktreten einiger Verbands- und Ordnungscharakterarten, die als Mineralbodenwasserzeiger zu werten sind. Die Mineralbodenwasserzeiger *Menyanthes trifoliata* und *Carex rostrata*, die sich am weitesten in den ombrotrophen Bereich vorwagen, treten ebenfalls stark zurück. *Scheuchzeria palustris* erreicht in der Untergesellschaft c die höchste Stetigkeit und kann als feste Begleitart gelten.

Aufgrund der Dominanten in der Moosschicht lassen sich mehrere Soziationen unterscheiden.

I. Soziation I mit *Drepanocladus fluitans*.

*Drepanocladus fluitans* ist im nässtesten Bereich dieser weitgehend ombrotrophen Untergesellschaft c anzusiedeln. Dieses vielgestaltige Moos bildet als Wasserform im Primärverlandungsgürtel von Kolken Unterwasserrasen und besiedelt artenarme, auch während der Vegetationsperiode wassergefüllte Hochmoorschlenken. Seltener tritt es faziesbildend in *Sphagnum*-Polstern auf. Eine trockenere Ausbildung mit Dominanz von *Sphagnum papillosum* und *Drosera rotundifolia* wurde nur in den Maloja-Mooren, im kontinental geprägten Oberengadin, gefunden.

Literatur: DIERSEN und REICHELT (1988): *Caricetum limosae* Paul 10 ex Osv. 23 emend. Di. 82, Subass. von *Sphagnum cuspidatum* (Osv. 23) Kris. 60  
KRISAI (1972): *Drepanocladus fluitantis-Caricetum limosae* (Kästn. u. Fl. 33) Kris. 70

Bemerkung: Artenarme Bestände des *Caricetum limosae* mit *Drepanocladus fluitans* sind, wie KRISAI (1972) richtig erkannte, zweifellos in den ombrotrophen Flügel der Assoziation zu stellen. *Drepanocladus fluitans* ist jedoch auch regelmäßig in Polstern basitoleranter *Sphagna* zu finden, dort oft häufig, wenn auch in ge-

riger Deckung, und kann somit nur als Differentialart gegenüber dem *Scorpidio-Caricetum limosae* verwendet werden, jedoch nicht als solche für eine eigene Untergesellschaft. Innerhalb der Untergesellschaft c zeigt *Drepanocladus fluitans* eine deutliche Präferenz für den nässeren und mit Basen etwas besser versorgten linken Flügel.

DIERSSEN und DIERSSEN (1984) zählen Bestände ohne *Sphagnum cuspidatum* mit faziellem Vorherrschen von *Drepanocladus fluitans* zur typischen Subassoziation Osv. 23.

*Sphagnum papillosum* hat ein subatlantisches Verbreitungsareal; während die Art im atlantischen Bereich Bulte bildet, kommt sie in den Mooren zwischen Inn und Chiemsee mehr in Schwingrasen und am Rande von grossen Schlenken vor (KAULE 1973 a). Möglicherweise wird *Sphagnum papillosum* im Voralpengebiet durch die langen Trockenperioden bei Föhn-Wetterlagen mehr in die Schlenken gedrängt (KAULE 1973 a). Das fehlende Niederschlagswasser wird dort durch Schlenkenwasser ersetzt (vgl. JENSEN 1961, S. 28). Im echten Hochmoor kommt die Art nur in einer kümmerlichen, untypischen Form vor. Dass *Sphagnum papillosum* in kontinentaleren Gebieten in das Übergangsmoor gedrängt wird, liegt also vielleicht nicht an den Nährstoff-, sondern an den Wasseransprüchen (KAULE 1973 a).

## II. Soziation II mit *Sphagnum recurvum* ssp. *mucronatum*.

Die Soziation mit *Sphagnum recurvum* ssp. *mucronatum* (= *S. fallax*) ist im Bereich von Hochmooren anzutreffen. *Sphagnum recurvum* ssp. *mucronatum* bildet meist geschlossene Polster. Im trockenen Bereich siedeln auf diesen *Oxycocco-Sphagnetea*-Arten sowie *Drosera anglica*. Aufgrund des vorliegenden Aufnahmematerials ist die Trennschärfe gegenüber der Soziation III mit *Sphagnum majus* gering.

Literatur: DIERSSEN und REICHELT (1988): *Caricetum limosae* Paul 10 ex Osv. 23 emend. Di. 82, Subass. von *Sphagnum fallax* (Osvald 23) Krisai 72

Bemerkung: Öfters als bei der Soziation mit *Sphagnum majus* wurde im Felde ein leicht minerotropher Einfluss festgestellt. Nach DIERSSEN und DIERSSEN (1984) bleibt die Subassoziation von *Sphag-*

**Tab. 4.8. *Caricetum limosae*, Untergesellschaft - subassocation c (Erklärungen s. S. 55)**

**Tab. 4.8. (Forts.)** *Caricetum limosae*, Untergesellschaft - *subassocation c* (Erklärungen s. S. 55)

*num fallax* (Osv. 23) Krisai 72, aus Norddeutschland häufiger und unter verschiedenen Namen belegt, im Schwarzwald vergleichsweise selten und ist nur auf Schwingdecken in aufgestauten Karseen mit deutlichem Grundwassereinfluss grossflächig vertreten.

### III. Soziation III mit *Sphagnum majus*.

*Sphagnum majus* bildet sowohl Polster wie flache Bulten auf Schwingdecken im Zentrum von Hochmooren. Auf der Wasserstufe der ebenen Moorgesellschaft nimmt *Sphagnum majus* in der hochmontanen und subalpinen Lagen der Schweizer Alpen den am stärksten ombrotrophen Bereich ein. Die Soziation ist gekennzeichnet durch eine hohe Stetigkeit von *Scheuchzeria palustris* und durch grosse Artenarmut im nassen Flügel. *Calliergon stramineum* als Mineralbodenwasserzeiger fehlt. Den trockenen Flügel kennzeichnen *Oxycooco-Sphagnetea*-Arten und *Drosera anglica*. Die Ausbildung mit *Polytrichum strictum* ist das trockenste Stadium der Schwingrasenverlandung.

Literatur: DIERSEN und REICHELT (1988): *Caricetum limosae* Paul 10 ex Osv. 23 emend. Di. 82, Subass. von *Sphagnum cuspidatum* (Osv. 23) Kris. 60

Bemerkung: Soweit Gebirgshochmoore überhaupt als ombrotroph zu betrachten sind (KAULE 1974), muss die *Sphagnum majus*-Soziation im Gebiet als ombrotroph eingestuft werden. *Sphagnum cuspidatum* tritt in Hochlagen stark zurück (vgl. auch KAULE 1974, S. 272) und nischt sich vorzugsweise in wassergefüllten Schlenken sowie, im Wasser flutend, an der Schwingrasenfront ein. Die Soziation von *Sphagnum majus* kann somit als Höhenvikariante der *Sphagnum cuspidatum*-Soziation betrachtet werden.

### IV. Soziation IV mit *Sphagnum cuspidatum*.

Die Soziation mit *Sphagnum cuspidatum* ist aus tieferen Lagen als ombrotrophe Schlenkengesellschaft der Hochmoore wohl bekannt und vielfach beschrieben. Sie spielt im Untersuchungsraum auf Schwingrasen nur eine marginale Rolle. Der höchstgelegene *Sphagnum cuspidatum*-Rasen liegt auf 1510 m/M in den Innerschweizer Alpen.

Literatur: DIERSEN und REICHELT (1988): *Caricetum limosae* Paul 10 ex Osv. 23 emend. Di. 82, Subass. von *Sphagnum cuspidatum* (Osv. 23) Kris. 60  
KRISAI (1972): *Sphagno cuspidati-Caricetum limosae* (Osvald 23) Krisai 70  
KAULE (1973): Hochmoor-Schlenke

#### **4.4.2.1.6. Vergleich der eigenen Einheiten mit denjenigen von DIERSEN und REICHELT (1988)**

DIERSEN und REICHELT (1988) geben eine Gliederung des *Rhynchosporion albae* W. Koch 26 in Europa, für welche 4200 Vegetationsaufnahmen verwertet wurden. Davon beziehen sich 2108 Aufnahmen auf das *Caricetum limosae*. Die Gliederung des *Caricetum limosae* Paul 10 ex Osv. 23 emend. Di. 82 in total 10 Subassoziationen (vgl. DIERSEN und REICHELT 1988) wurde in Form einer synthetischen Tabelle dargestellt.

Neben der Vorgehensweise bei der Anfertigung der Originalaufnahmen im Gelände wirkt sich bekanntermassen die Tabellenredaktion auf das resultierende Tabellenbild aus (DIERSEN und REICHELT 1988). DIERSEN und REICHELT (1988) berücksichtigten folgende Kriterien für die "Tabellenbereinigung":

- Ausschluss besonders artenarmer (Gesellschaftsfragmente) sowie artenreicher (Gemische) Vegetationsaufnahmen. Kriterium war jeweils die mittlere Artenzahl je Syntaxa auf dem Niveau der einzelnen Subassoziationen.
- Ausschluss solcher Aufnahmen, die zwischen Assoziationen oder Subassoziationen floristisch vermitteln (synsystematische Gemische oder ökologische Übergänge).

Um einen Vergleich der in Tab. 4.6. bis 4.8. erhaltenen Gliederung mit denjenigen von DIERSEN und REICHELT (1988) zu erleichtern, wurde eine Vereinfachung dieser drei Tabellen vorgenommen. In einem ersten Schritt, der zu einer massiven Reduktion der Anzahl Aufnahmen führte, wurden nur noch die Aufnahmen ebener Moorgesellschaften berücksichtigt (Rasen- und teilweise Teppichniveau bei DIERSEN und REICHELT 1988). Die besonders artenarmen Aufnahmen aus Schlenken (Gesellschaftsfragmente) sowie die artenreichen von flachen Bulten (synsystematische Gemische) wurden dadurch eliminiert. Gleichzeitig wurde damit eine Vereinheitlichung inbezug auf die Wasserstufen erreicht und somit eine einfachere Tabellenstruktur mit einem mehr oder weniger stetigen Basengradienten.

Um zu einem für den Untersuchungsraum allgemein gültigeren Bild zu kommen, wurden in einem zweiten Schritt Ausbildungen, die nur von einem einzigen Ort belegt waren, eliminiert. Um die Tabelle von Ballast zu befreien, wurden zuletzt Arten, die insgesamt weniger als dreimal vorkamen, gestrichen. Daraus resultiert Tab. 4.10. Ansonsten wurde die Struktur der Tab. 4.6. bis 4.8. beibehalten, insbesondere die Anordnung und Reihenfolge der Vegetationsaufnahmen sowie die Zäsuren zwischen den Untergesellschaften und Soziationen. Auf eine weitergehende Tabellenredaktion wurde der Objektivität halber verzichtet. Die Gliederung von Tab. 4.10. in die drei Untergesellschaften wurde zudem in einer Stetigkeitstabelle zusammengefasst (Tab. 4.9.).

Die braunmoosbeherrschte Untergesellschaft a basenreicher Standorte bildet sich im Bereich von Niedermooren. Sie ist in der Phanerogamenschicht gekennzeichnet durch das Fehlen von *Scheuchzeria palustris*, von *Oxycocco-Sphagnetea*-Arten sowie einer ganzen Reihe von Verbands- und Ordnungscharakterarten.

Die durch basitolerante *Sphagna* beherrschte Untergesellschaft b mit ihrer breiten ökologischen Amplitude nimmt eine Mittelstellung ein. *Carex limosa* kann durch *Carex magellanica* ersetzt werden. *Scheuchzeria palustris* tritt als holde Begleitart auf. Von den *Oxycocco-Sphagnetea*-Arten erweist sich *Sphagnum magellanicum* als holde Begleitart. Die übrigen *Oxycocco-Sphagnetea*-Arten sind der Untergesellschaft b fremd.

Ein Grossteil der Verbands- und Ordnungscharakterarten haben den Schwerpunkt ihres Vorkommens innerhalb der Assoziation in der Untergesellschaft b. *Comarum palustre* und *Menyanthes trifoliata* dünnen innerhalb der Untergesellschaft b vom linken zum rechten Flügel merklich aus, letztere in geringerem Masse.

Die durch basiphobe *Sphagna* beherrschte Untergesellschaft c bildet sich im Bereich von Hochmooren. In der Phanerogamenschicht ist sie gekennzeichnet durch *Scheuchzeria palustris* als treue Begleitart, durch das Auftreten von *Oxycocco-Sphagnetea*-Arten und *Drosera anglica* sowie durch das starke Zurücktreten bis völlige Fehlen der Verbands- und Ordnungscharakterarten. *Comarum palustre* fehlt in der Untergesellschaft c vollständig, *Menyanthes trifoliata* tritt in der Soziation von *Sphagnum recurvum* ssp. *mucronatum* noch auf, fehlt aber in der Soziation von *Sphagnum majus*, und *Carex rostrata* schliesslich greift als einziger Mineralbodenwasserzeiger noch auf die *Sphagnum majus*-Soziation über.

**Tab. 4.9.** Stetigkeitstabelle zu Tab. 4.10. *Caricetum limosae* s.l.  
*Presence table to Tab. 4.10. Caricetum limosae s.l.*

a: Untergesellschaft a mit basiphilen *Amblystegiaceae* und *Rhizomnium punctatum* (d1).  
*Subassociation a with basiphilic Amblystegiaceae and Rhizomnium punctatum (d1).*

b: Untergesellschaft b mit basitoleranten *Sphagna* und *Calliergon stramineum*.  
*Subassociation b with basitolerant Sphagna and Calliergon stramineum (d2).*

c: Untergesellschaft c mit basiphoben *Sphagna* (d3).  
*Subassociation c with basiphobic Sphagna (d3).*

Stetigkeit angegeben in Prozent - presence indicated in percent

Untergesellschaft		<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>
Anzahl Aufnahmen		8	61	37
<b>Ch</b>	<i>Carex limosa</i>	<b>100</b>	<b>92</b>	<b>100</b>
	<i>Scheuchzeria palustris</i>	.	24	<b>84</b>
<b>d1</b>	d1 (Artengruppe)	<b>100</b>	6	.
	<i>Scorpidium scorpioides</i>	63	.	.
	<i>Calliergon giganteum</i>	50	2	.
	<i>Drepanocladus revolvens</i>	100	3	.
	<i>Calliergon trifarium</i>	63	2	.
	<i>Rhizomnium punctatum</i>	88	2	.
<b>d2</b>	d2 (Artengruppe)	38	<b>100</b>	11
	<i>Sphagnum platyphyllum/contortum</i>	38	10	.
	<i>Sphagnum teres</i>	.	11	.
	<i>Sphagnum subsecundum</i>	.	48	.
	<i>S.recurvum</i> ssp. <i>angustifolium</i>	.	40	3
	<i>Calliergon stramineum</i>	13	77	.
	d3 (Artengruppe)	.	3	<b>95</b>
	<i>S.recurvum</i> ssp. <i>mucronatum</i>	.	3	32
	<i>Sphagnum majus</i>	.	.	68
<b>Ox.-Sph.</b>	<i>Sphagnum magellanicum</i>	.	32	19
	<i>Drosera rotundifolia</i>	.	8	<b>31</b>
	<i>Oxycoccus quadripetalus</i>	.	.	<b>11</b>
	<i>Andromeda polifolia</i>	.	.	<b>16</b>
	<i>Eriophorum vaginatum</i>	.	2	<b>16</b>
<b>V-O</b>	<i>Drepanocladus fluitans</i>	.	56	57
	<i>Sphagnum centrale</i>	.	18	3
	<i>Carex magellanica</i>	.	8	.
	<i>Carex canescens</i>	.	35	11
	<i>Juncus filiformis</i>	.	10	.
	<i>Equisetum limosum</i>	.	16	.
	<i>Comarum palustre</i>	<b>38</b>	18	.
	<i>Menyanthes trifoliata</i>	<b>88</b>	<b>48</b>	11
	<i>Carex rostrata</i>	<b>100</b>	<b>92</b>	<b>32</b>
	<i>Drosera anglica</i>	.	2	<b>35</b>
<b>K</b>	<i>Trichophorum caespitosum</i>	38	11	27
	<i>Carex fusca</i>	38	32	.
	<i>Eriophorum angustifolium</i>	25	19	3

**Tab. 4.10. *Caricetum limosae*, reduzierte Tabelle - reduced table**  
(Erklärungen s. S. 55)

- a: Untergesellschaft a mit basiphilen *Amblystegiaceae* (und *Mniaceae*) (d1).  
*Subassociation a with basiphilic Amblystegiaceae (and Mniaceae) (d1).*
- b: Untergesellschaft b mit basitoleranten *Sphagna* und *Calliergon stramineum*.  
*Subassociation b with basitolerant Sphagna and Calliergon stramineum (d2).*
- I: Soziation von - *sociation of Sphagnum platyphyllum* und *Sphagnum contortum*
- II: Soziation von - *sociation of Sphagnum teres*

Lokalität		S S S L P L L L A A A V R S S S	L S C L S A S L A T H L S G H S T R A M N R B M
alte Lauf-Nr.		1 1 1 1 2 2 2 9 2 3 4 5 0 1 2	2 2 2 2 2 4 5 6 8 9 8 9 0 3 4 5 6
neue Lauf-Nr.		1 2 3 4 5 6 7 8	1 1 1 1 1 1 1 2 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
Untergesellschaft		a	b
Soziation		I	I II
1 Carex limosa	Ch	2 1 1 1 2 2 3 3	2 2 2 3 2 1 1 2 1 2 3 4
2 Scheuchzeria palustris		..... . . . . .	..... + . . . . . 1 .
3 Scopidium scorpioides	d1	5 4 2 . . 1 + . . . . .	..... . . . . . . . . . .
4 Calliergon giganteum		..... + + + + + . . . . .	..... . . . . . . . . . .
5 Drepanocladus revolvens		2 + 5 5 5 2 5 5 + . . . + . . . .	..... . . . . . . . . . .
6 Calliergon trifarium		. 3 + 2 1 . + . . . . .	..... . . . . . . . . . .
7 Rhizomnium punctatum		+ . + + 1 + 1 2 . . . + . . . .	..... . . . . . . . . . .
9 Sphagnum platyphyllum	d2	..... . . . . . 1 3 . . . . . +	..... . . . . . . . . . . .
10 Sphagnum contortum		..... + + + 5 . 4 + + . . . . .	..... . . . . . . . . . . .
13 Sphagnum teres		..... . . . . . . . . . . .	5 5 5 2 3 + + . . . . .
14 Sphagnum subsecundum		..... . . . . . . . . . . .	..... 2 . + . . . . . . . . .
17 S. recurvum ssp. angustifolium		..... . . . . . . . . . . .	..... . + . . . . . . . . . .
16 Calliergon stramineum		+ . . . . . . . . . . .	4 5 + + + 2 + 5 . . . . .
19 S. recurvum ssp. mucronatum	d3	..... . . . . . . . . . . .	..... . . . . . . . . . . .
20 Sphagnum majus		..... . . . . . . . . . . .	..... . . . . . . . . . . .
25 Sphagnum magellanicum	Ox.-Sph.	..... . . . . . . . . . . .	..... . . . . . . . . . . .
26 Drosera rotundifolia		..... . . . . . . . . . . .	2 + . . . . . . . . . . .
27 Oxyccoccus quadripetalus		..... . . . . . . . . . . .	..... . . . . . . . . . . .
28 Andromeda polifolia		..... . . . . . . . . . . .	..... . . . . . . . . . . .
29 Eriophorum vaginatum		..... . . . . . . . . . . .	..... . . . . . . . . . . .
18 Drepanocladus fluitans	V-O	..... . . . . . . . . . . .	..... 3 + . . . . . . . . . .
22 Sphagnum centrale		..... . . . . . . . . . . .	..... + . . . . . . . . . . .
43 Carex magellanica		..... . . . . . . . . . . .	..... . . . . . . . . . . .
45 Carex canescens		..... . . . . . + . . + . .	+ 1 . . . . . . . . . . .
41 Juncus filiformis		..... . . . . . . . . . . .	..... . . . . . . . . . . .
50 Equisetum limosum		..... . . . . . . . . . . .	..... + . . . . . . . . . . .
47 Comarum palustre		..... 1 . + + 2 . . 2 + + .	5 1 + . . . . . . . . . . .
48 Menyanthes trifoliata		+ . 1 + 1 + 2 4 2 . . 1 + + .	2 + 2 + + . . . . . . . . .
49 Carex rostrata		2 1 + 1 + 5 2 + 2 2 2 + 1	3 2 2 + . 1 1 . . . . . .
32 Drosera anglica	K	..... . . . . . . . . . . .	..... 2 . . . . . . . . . . .
31 Trichophorum caespitosum		. 2 2 3 . . . . . 3 . . . .	+ . 2 . + . . . . . . . . .
42 Carex stellulata		..... . . . . . . . . . . .	..... . . . . . . . . . . .
44 Carex fusca		.. + . + 2 . . 2 . . . . .	..... + . . . . . . . . . . .
46 Eriophorum angustifolium		+ + . . . . . 1 . . . . . .	..... + . 1 . . . . . . . . .

**Tab. 4.10. (Forts.)** *Caricetum limosae*, reduzierte Tabelle - reduced table  
(Erklärungen s. S. 55)

b: Untergesellschaft b mit basitoleranten *Sphagna* und *Calliergon stramineum* (d2).  
*Subassociation b with basitolerant Sphagna and Calliergon stramineum (d2).*

#### IV: Soziation von - *sociation of Sphagnum subsecundum*

V: Soziation von - *sociation of Sphagnum recurvum* ssp. *angustifolium*

Tab. 4.10. (Forts.) *Caricetum limosae*, reduzierte Tabelle - reduced table

c: Untergesellschaft c mit basiphoben *Sphagna* (d3).

#### *Subassociation c with basiphobic Sphagna (d3).*

### I: Sozialisation - *sociation* "inops"

## II: Soziation von - *sociation of Sphagnum recurvum* ssp. *mucronatum*

### III: Soziation von - *sociation of Sphagnum majus*

*Drepanocladus fluitans* erweist sich als vage Begleitart des durch Torfmoose beherrschten *Caricetum limosae* und fehlt dem *Scorpidio-Caricetum limosae*. *Calliergon stramineum* ist als feste Begleitart der Untergesellschaft b einzustufen bzw. kann zusammen mit den basitoleranten *Sphagna* als lokale Differentialart für die Untergesellschaft b gelten, da sie sowohl dem basiphilen wie dem basiphoben Flügel der Assoziation fremd ist.

DIERSEN und REICHELT (1988) unterscheiden innerhalb der Assoziation des *Caricetum limosae* 10 Subassoziationen.

Die Mehrzahl der über 2000 zur Auswertung gelangten Aufnahmen aus dem *Caricetum limosae* lassen sich nach DIERSEN und REICHELT (1988) der typischen Subassoziation Osv. 23 (vgl. DIERSEN und REICHELT 1988, S. 59) anschliessen. Bei vergleichsweise weiter standörtlicher Amplitude bezogen auf Wasserstufen deckt sich das Verbreitungsbild der Subassoziation mit jenem der Gesellschaft insgesamt (DIERSEN und REICHELT 1988). Vom Nährstoffhaushalt her nimmt das *Caricetum limosae typicum* eine mittlere Stellung ein zwischen den vorzugsweise von Torfmoosen aus der Sektion *Cuspidata* besiedelten, stark sauren Schlenken sowie jenen, die durch Differentialarten elektolytreicher Lebensräume gekennzeichnet sind.

DIERSEN und REICHELT (1988) unterscheiden eine Zygemataceen-reiche Variante sowie eine typische Variante, die in der Kryptogamenschicht undifferenziert ist. Entweder fehlen Torfmoose vollkommen, oder die im Rahmen der Assoziation aufgrund ihrer weiten soziologischen Amplitude nicht gut als Differentialarten verwertbaren, vorzugsweise boreal verbreiteten Sippen *S. balticum* und *S. majus* gelangen zur Dominanz (DIERSEN und REICHELT 1988).

In der für den Raum der Schweizer Alpen präsentierten Gliederung (Tab. 4.9. und 4.10.) wäre die typische Subassoziation Osv. 23 sensu Dierssen et Reichelt 1988 in die durch basitolerante *Sphagna* gekennzeichnete Untergesellschaft b zu stellen.

Auf die Ausscheidung einer inops-Untergesellschaft wurde verzichtet. Auch bei Aufnahmen mit schlecht differenzierter Bryophytenschicht wurde versucht, diese einer Untergesellschaft zuzuordnen.

In einer Gliederung, die sich auf die Dominanten in der Bryophytenschicht stützt und verschiedene Stufen der Basenversorgung widerspiegeln soll, scheint die Ausscheidung einer inops-Gesellschaft, die sich über die ökologi-

sche Amplitude sämtlicher Subassoziationen erstreckt, die zwischen der basenreichen Braunmoos-Schlenke und der ombrotrophen *Sphagnum cuspidatum*-Schlenke liegen, wenig sinnvoll.

*Sphagnum majus*-beherrschte Bestände aus dem Alpenraum gehören mit Sicherheit nicht in diese typische Subassoziation "mittleren Standorts", sondern sind als Höhenform der Subassoziation von *Sphagnum cuspidatum* (Osv. 23) Krisai 60 zu betrachten (vgl. dazu DIERSEN und REICHELT 1988, S. 53).

Die Subassoziation von *Sphagnum fallax* (Osvald 23) Krisai 72 sensu DIERSEN und REICHELT (1988) scheint in einer ombrotrophen Variante im Schwarzwald und in einer minerotrophen Variante in Skandinavien und W-Europa vorzukommen (vgl. dazu DIERSEN und REICHELT 1988, Fig. 7, S. 69). Ein solch ambivalentes Verhalten wurde auch bei der Soziation von *Sphagnum recurvum* ssp. *mucronatum* (= *S. fallax*) im Alpenraum beobachtet. Nach DIERSEN und REICHELT (1988) sind die Kleinarten der Sippe *Sphagnum recurvum* agg. standörtlich und zumindest regional geographisch gut differenziert. Beim eigenen Untersuchungsmaterial wurde jeweils eine Probe von *Sphagnum recurvum* agg. auch bei unsicherem Bestimmungsresultat der wahrscheinlicheren Subspezies zugeordnet. Wie weit das ambivalente Verhalten dieser Soziation Spiegel der Bestimmungsprobleme bzw. der ungeklärten Taxonomie dieser Sippe ist, bleibt offen.

Die Subassoziation von *Sphagnum subsecundum* (Warén 1926) stat. nov. hoc loco (DIERSEN und REICHELT 1988, S. 61) entspricht floristisch wie auch ökologisch, regionale Unterschiede ausser Acht gelassen, in etwa der Untergesellschaft b mit basitoleranten *Sphagna*.

Die Subassoziation von *Scorpidium scorpioides* Braun 68 (DIERSEN und REICHELT 1988, S. 63) ist durch die basiphile Artengruppe der *Amblystegiaceae* gut fassbar und stimmt überein mit der Untergesellschaft a.

Zusätzlich zu den bis anhin diskutierten Subassoziationen unterscheiden DIERSEN und REICHELT (1988) vier weitere aufgrund der Dominanz von *Sphagnum lindbergii*, *S. pulchrum*, *S. auriculatum* und *S. obtusum*. Sämtliche vier Arten fehlen in der Schweiz. DIERSEN und REICHELT (1988) weisen darauf hin, dass diese Sippen (differenzierende *Sphagnum*-Arten; Anm. des Autors) mit ähnlichen Amplituden inbezug auf pH-Wert und Basensättigung (vgl. DIERSEN und REICHELT 1988, Fig. 7, S. 69) meist nicht unmittelbar miteinander konkurrieren und sich zum Teil geographisch ausschliessen.

#### 4.4.2.2. *Caricetum diandrae* Jon. 32 em. Oberd. 57

Von dem vorausgehend beschriebenen *Caricetum limosae* unterscheidet sich das *Caricetum diandrae* durch eine erhöhte Produktivität, die sich morphologisch in der Dominanz von *Carex diandra*, einer Seggenart mittlerer Grösse, äussert.

Die Gesellschaft ist im Untersuchungsraum sehr selten, tritt nur kleinflächig auf, und zwar lediglich als schmaler Gürtel an der Schwingrasenfront mesotropher Bergseen. Sie ersetzt in den hochmontanen und subalpinen Lagen der Schweizer Alpen das *Caricetum lasiocarpae*.

Das *Caricetum diandrae* im Untersuchungsraum ist gekennzeichnet durch eine günstige Basenversorgung bzw. durch eine allgemein gute Nährstoffversorgung. Der Wurzelraum von *Carex diandra* liegt im Bereich des nährstoffreichen Restsees und die Wasserbewegung an der Schwingrasenfront sorgt für eine erhöhte Nährstoffzufuhr und verhindert zugleich das Entstehen anaerober Standortsbedingungen.

Der Schwingfilz des *Carex diandra*-Gürtels ist oft kräftig und kompakt ausgebildet und leicht aufgewölbt. Ohne anthropogenes Zutun wird der *Carex diandra*-Gürtel von Schwingrasen nicht überschwemmt und ist gekennzeichnet durch gleichmässig hoch anstehende Wasserstände (vgl. dazu DIERSSEN und DIERSSEN 1984).

Die wenigen vorliegenden Aufnahmen aus dem *Caricetum diandrae* stammen von fünf verschiedenen Lokalitäten, die zwischen 1230 m/M und 1980 m/M liegen und sind in Tab. 4.11. zusammengestellt.

Analog zum *Caricetum limosae* wird eine basophile Untergesellschaft a mit den *Amblystegiaceae* *Calliergon giganteum* und *Drepanocladus revolvens* sowie mit *Rhizomnium punctatum* abgetrennt von der in der Bryophyten-schicht durch basitolerante *Sphagna* gekennzeichneten Untergesellschaft b. Aufgrund der Dominanten in der Moosschicht werden bei der Untergesellschaft b wiederum analog zum *Caricetum limosae* verschiedene Soziationen unterschieden. Diese stehen an den jeweiligen Lokalitäten in direktem Kontakt zu den entsprechenden Soziationen des *Caricetum limosae*.

Die Soziation von *Sphagnum contortum* steht relativ nass und basenreich, diejenige von *Sphagnum teres* etwas trockener. Die Soziation von *Sphagnum subsecundum* steht basenärmer als die von *Sphagnum contortum* und nässer

als diejenige von *Sphagnum teres*. Die Soziation von *Sphagnum recurvum* ssp. *angustifolium* nimmt hydrologisch deutlich trockenere Standorte ein und ist vermutlich gekennzeichnet durch gelegentliche oberflächliche Austrocknung.

**Tab. 4.11. *Caricetum diandrae***  
(Erklärungen s. S. 55)

- a: Untergesellschaft a mit basiphilen *Amblystegiaceae* (und *Mniaceae*) (d1).  
*Subassociation a with basiphilic Amblystegiaceae (and Mniaceae) (d1).*
- b: Untergesellschaft b mit basitoleranten *Sphagna*.  
*Subassociation b with basitolerant Sphagna.*
- I: Soziation von/*sociation of Sphagnum contortum*
- II: Soziation von/*sociation of Sphagnum teres*
- III: Soziation von/*sociation of Sphagnum subsecundum*
- IV: Soziation von/*sociation of Sphagnum recurvum* ssp. *angustifolium*

Lokalität		S T	S T	L J	L J	L S	L S	A R	L A	P S	L A
Lauf-Nr.											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1 0 1
Untergesellschaft		<b>a</b>		<b>b</b>							
Soziation		<b>I</b>		<b>I</b>		<b>II</b>		<b>III</b>		<b>IV</b>	
Carex diandra	Ch	3	4	4	4	4	1	3	4	3	3 2
Calliergon giganteum	d1	2	.	.	.	2	+	+	.	.	.
Drepanocladus revolvens		2	3	.	.	.	+	.	.	.	.
Rhizomnium punctatum		.	2	5	5	+	+	+	2	2	.
Sphagnum contortum	d2	.	3	.	.	4	4	5	.	.	.
Sphagnum teres		.	.	.	.	.	.	.	5	2	3
Sphagnum subsecundum		.	.	.	.	.	.	.	5	.	.
S. rec. ssp. <i>angustifolium</i>		.	.	.	.	.	.	.	.	4	5
Calliergon stramineum	V-K	.	+	.	.	1	2	.	+	+	+
Bryum pseudotriquetrum		.	2	.	2	2	.	.	.	.	.
Menyanthes trifoliata		4	2	3	2	3	4	2	1	+	1
Comarum palustre		+	2	2	1	3	2	1	1	2	.
Carex rostrata		.	.	.	.	.	+	.	2	+	.
Agrostis canina		.	.	+	+	.	.	.	.	+	.
Equisetum limosum		.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex stellulata		.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Carex limosa		+	3	2	2	2	2	3	2	+	1 2
Carex fusca		.	.	.	.	.	.	.	+	1	.
Carex canescens		.	.	+	1	.	.	.	+	.	+
Eriophorum angustifolium		.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Viola palustris		.	.	1	+	.	.	.	+	.	.
Galium palustre	S	.	.	+	2	.	.	.	+	.	+
Molinia coerulea		.	.	2	+	.	.	.	+	.	2
Epilobium palustre		.	.	+	+	.	.	.	.	+	.
Cardamine pratensis s.l.		.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
Aulacomnium palustre		.	.	.	2	.	.	.	.	.	.

Das von KLÖTZLI (1969) beschriebene *Caricetum diandrae* aus Toteisseen des Mittellandes, das ebenfalls als Sukzessionsstadium einer Schwingrasenverlandung gedeutet werden kann, ist erwartungsgemäss viel artenreicher als die in Tab. 4.11. zusammengestellten Bestände.

Näher stehen diesen die wenigen von DIERSSEN und DIERSSEN (1984) aus dem Schwarzwald beschriebenen Bestände. DIERSSEN und DIERSSEN (1984) unterscheiden aufgrund der Dominanten in der Bryophytenschicht bzw. aufgrund des Fehlens derselben eine typische Subassoziation Jonas 32, die die hydrologisch nassesten, häufig auch die nährstoffreichsten Bereiche besiedelt, und eine Subassoziation von *Sphagnum teres*, die etwas trockener steht und hinsichtlich des Basenangebotes weniger anspruchsvoll ist als die zwei regional gefassten Ausbildungen mit *Drepanocladus revolvens* bzw. *Calliergon giganteum*. Nach DIERSSEN und DIERSSEN (1984) besiedelt die *Calliergon giganteum*-Ausbildung ständig nasse, elektrolytreiche Helokrene und Laggzonen, also Standorte, die durch bewegtes Wasser gekennzeichnet sind, was mit den eigenen Beobachtungen übereinstimmt.

Die *Drepanocladus revolvens*-Ausbildung steht etwas trockener, das gleiche gilt für die Ausbildung von *Rhizomnium punctatum*.

#### **4.3.3. Vergleich der sieben standeskundlich untersuchten Schwingrasen**

Die sieben für wasserchemische Untersuchungen ausgewählten Schwingrasen, die mitsamt ihrem Umfeld in Kap. 2.3. beschrieben wurden, liegen über die ganze Schweiz verteilt und umfassen eine Höhenspannweite von 700 m. Sie sollen einerseits die Vielfalt von Schwingrasentypen zeigen sowie insbesondere die ökologische Amplitude des *Caricetum limosae* inbezug auf den Basengehalt des freien Moorwassers aufzeigen.

Jeder dieser Schwingrasen ist durch lokale Besonderheiten gekennzeichnet, die, zusätzlich ausgeprägt durch die geringe räumliche Ausdehnung der Objekte und ihre inselartige Stellung in ihrer Umwelt, das Phänomen der Autokorrelation besonders krass hervortreten lassen. Unter Autokorrelation versteht man die Erscheinung, dass sich benachbarte Strichprobenpunkte inbezug auf die Vegetation mehr gleichen, als dies aufgrund noch so detaillierter Standortsmessungen zu erwarten wäre (vgl. WILDI 1986). Diese Autokorrelation lässt sich auch für die Messwerte der wasserchemischen Analysen feststellen.

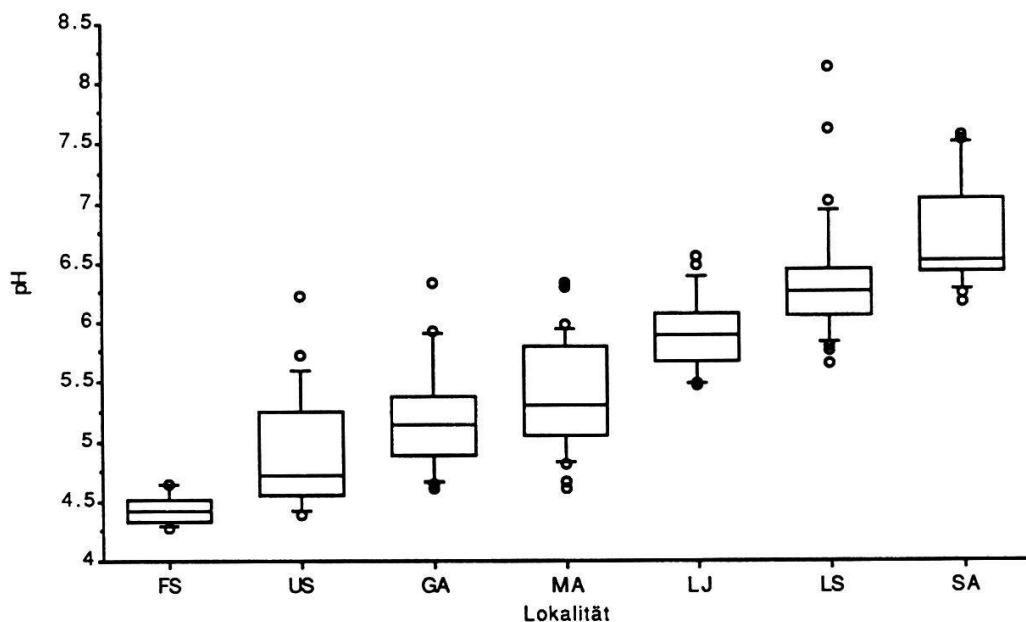
len. So ergibt das Aufzeichnen der Korrelation zwischen pH-Wert und Leitfähigkeit, wie sich Beispiele etwa bei HÖLZER (1977) und GLASER et al. (1981) finden, sieben Gruppen, die sich zwar überschneiden, im wesentlichen jedoch die sieben Lokalitäten widerspiegeln.

Aus den bisher genannten Gründen sind die erhobenen Daten ungeeignet, um einen Zusammenhang von Pflanzengesellschaft und Standort statistisch erfassen zu wollen. DAGET und GORDON (1982) meinen dazu: "Wenn die Stichprobenverteilung nicht probabilistisch ist, genügt es festzustellen und zur Kenntnis zu nehmen, dass alle weiteren Tests nicht beweisen können, was die untersuchte Gesamtpopulation betrifft" (Übersetzung in WILDI 1986).

Innerhalb der Assoziation des *Caricetum limosae* auf Schwingrasen sind die wesentlichen vegetationsdifferenzierenden Faktoren an ein und derselben Lokalität die Höhe des anstehenden Wasserspiegels sowie das Basenangebot. Die effektive Nährstoffversorgung hängt von diesen beiden simultan wirkenden Faktoren ab. Um diese zu entkoppeln, müssten neben Messwerten zum Basenangebot auch stetige Messdaten zur relativen Bodenfeuchte vorliegen. Möglicherweise genügt es, diese indirekt über das Mikrorelief mit Hilfe einer Schlauchwaage zu ermitteln (vgl. DIERSSEN und DIERSSEN 1984). Die Unterscheidung von drei Wasserstufen jedoch lässt keine Ordination zu.

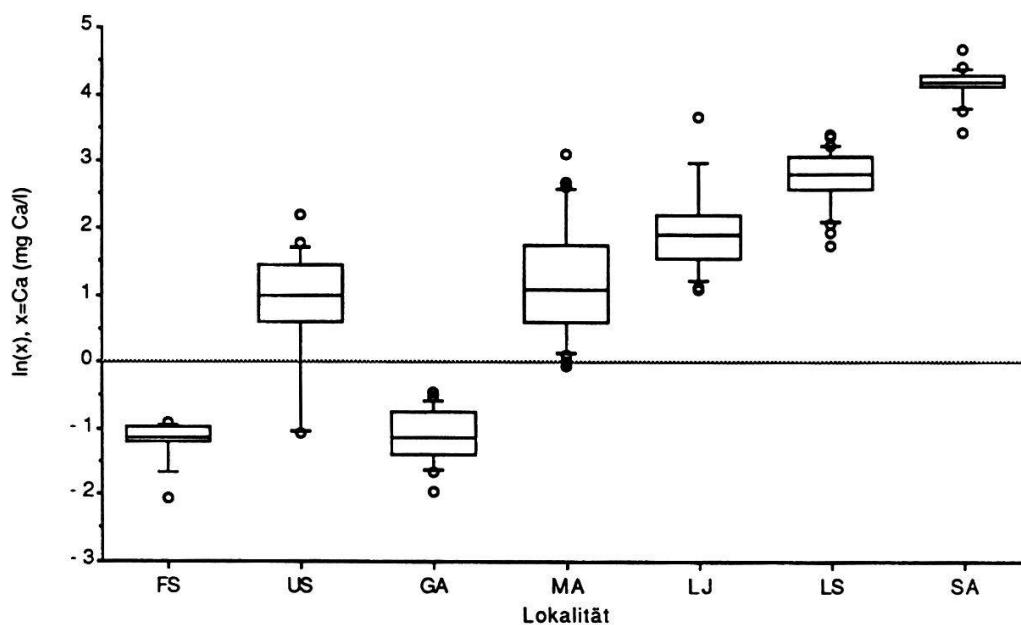
Aufgrund dieser Überlegungen wurden die untersuchten Schwingrasen als Moorkomplexe aufgefasst und die Ergebnisse der wasserchemischen Untersuchungen einander gegenübergestellt. Dazu wurde für die gemessenen pH-Werte und die  $\text{Ca}^{2+}$ -Konzentrationen eine vergleichende Darstellung mit "Box plots" gewählt, die die Verteilung der Messwerte um die Percentile 10, 25, 50, 75 und 90% zeigt und Extremwerte ausserhalb des 10% bzw. 90%-Percentils mit berücksichtigt (vgl. Fig. 4.12 und 4.13). Die Mittelwerte der gemessenen Ionenkonzentrationen in den Wasserproben des Restsees sowie diejenigen der Proben des freien Moorwassers sind zudem in Tab. 4.12. und 4.13. zusammengestellt.

Das Fröschenseeli (FS) ist ein klassischer Fall eines Schwingrasens im Hochmoorbereich (vgl. dazu auch Kap. 4.2.). Die pH-Werte des Moorsees wie des freien Moorwassers liegen zwischen 4.4 und 4.5 und der Streubereich ist minim. Dies deshalb, weil ohne Einfluss von Mineralbodenwasser weder horizontale noch vertikale Basengradienten im freien Moorwasser der Schwingdecke auftreten können. Das Moorwasser ist sehr arm an Kationen (vgl. Kap. 4.3.), die  $\text{Ca}^{2+}$ -Konzentrationen liegen um 0.3 mg Ca/l und die durchschnitt-



**Fig. 4.12.** Verteilung der pH-Werte für die sieben Schwingrasenkomplexe um die Percentile 10, 25, 50, 75 bzw. 90 %. Extremwerte ausserhalb des 10 bzw. 90 %-Percentils sind ebenfalls angegeben.

*Distribution of the pH-values for the seven complexes of floating mats around the percentiles 10, 25, 50, 75 and 90 %. Extreme values outside of the 10 resp. 90 %-percentile are also indicated.*



**Fig. 4.13.** Verteilung der  $\text{Ca}^{2+}$ -Konzentrationen für die sieben Schwingrasenkomplexe um die Percentile 10, 25, 50, 75 bzw. 90 %. Extremwerte ausserhalb des 10 bzw. 90 %-Percentils sind ebenfalls angegeben.

*Distribution of the  $\text{Ca}^{2+}$ -concentrations for the seven complexes of floating mats around the percentiles 10, 25, 50, 75 and 90 %. Extreme values outside of the 10 resp. 90 %-percentile are also indicated.*

**Tab. 4.12.** Ergebnisse der Analysen des Seewassers. Angegeben sind die Mittelwerte aller Messungen.

*Results of the analyses of the lake water. Indicated are the means of all values.*

Lokalität	pH	L μS/cm	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	tot-P μg/l
Fröschenseeli (FS)	4.47	13	0.15	0.01	0.23	0.09	34
Untere Schlucht (US)	4.97	17	2.39	0.11	0.36	0.63	7
Göscher Alp (GA)	4.94	7	0.44	0.12	0.32	0.17	6
Mägisalp (MA)	6.33	67	13.07	0.30	1.10	0.55	6
Lac des Joncs (LJ)	7.14	201	43.47	1.95	1.32	0.84	4
Lej da Staz (LS)	8.24	158	24.89	5.74	1.25	0.49	4
Seefeldalpsee (SA)	7.39	168	36.09	2.26	0.32	0.41	2

lich gemessene Leitfähigkeit bei 15 μS/cm. Bei der Korrektur um den Beitrag der H<sup>+</sup>-Ionen reduziert sich diese auf eine korrigierte Leitfähigkeit von unter 3 μS/cm. Dabei muss allerdings beachtet werden, dass in ionenarmen Moorgewässern zu tiefe pH-Werte gemessen werden und somit die Korrektur effektiv zu gross ist (vgl. Kap. 4.3.). Der Hochmoor-Schwingrasen zeichnet sich zudem durch die geringsten Konzentrationen an K<sup>+</sup>-Ionen sowie die höchsten an gelöstem Gesamtphosphat aus.

Die Verlandung des Kolkes beginnt mit submersen bzw. flutenden Rasen von *Drepanocladus fluitans*, auf welche flutende Bestände von *Carex limosa*, etwas weiter landeinwärts auch solche von *Scheuchzeria palustris*, folgen. Die anschliessenden Schwingrasen sind in die Untergesellschaft c mit basiphoben *Sphagna* des *Caricetum limosae* zu stellen mit den Soziationen von *Sphagnum recurvum* ssp. *mucronatum*, *Sphagnum majus* und *Sphagnum cuspidatum* (vgl. Tab. 4.8.).

**Tab. 4.13.** Ergebnisse der Analysen des freien Moorwassers. Angegeben sind die Mittelwerte aller Messungen für die sieben Schwingrasenkomplexe.

*Results of the analyses of free mire water. Indicated are the means of all values for the seven complexes of floating mats.*

Lokalität	pH	L μS/cm	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	tot-P μg/l
Fröschenseeli (FS)	4.44	15	0.31	0.02	0.24	0.10	22
Untere Schlucht (US)	4.93	21	2.09	0.04	0.44	0.22	10
Göscher Alp (GA)	5.18	9	0.33	0.08	0.43	0.21	5
Mägisalp (MA)	5.39	27	3.40	0.13	0.77	0.22	11
Lac des Joncs (LJ)	5.90	39	7.10	0.35	0.77	0.20	11
Lej da Staz (LS)	6.36	106	15.88	3.64	1.37	0.35	7
Seefeldalpsee (SA)	6.73	301	63.24	5.98	0.44	0.39	4

Der Moorsee Untere Schluecht mit seinem Schwingrasenkomplex liegt am tiefsten Punkt eines langgestreckten Hochmoores. Von dem auf Flysch stokkenden Nadelwald sickert von Norden her Mineralbodenwasser ein. Daraus resultiert sowohl im Kolk wie im freien Moorwasser ein um eine halbe pH-Einheit höherer durchschnittlicher pH-Wert als im Falle des Fröschenseelis, der zwischen 4.9 und 5 liegt. Die starke Asymmetrie in der Verteilung der pH-Werte um die Percentile ist auf diesen Mineralbodenwassereinfluss zurückzuführen, der im vorliegenden Fall sowohl zu horizontalen wie vertikalen Basengradienten führen kann. Der Mineralbodenwassereinfluss zeigt sich auch in den durchschnittlich 7x höheren  $\text{Ca}^{2+}$ -Konzentrationen, die allerdings im oberen Bereich des Schwingfilzes (20 cm Tiefe) auf die niedrigen Werte eines echten Hochmoor-Schwingrasens absinken können.

Die Verlandungsabfolge des Moorsees Untere Schluecht ist weitgehend identisch mit derjenigen des Fröschenseelis. Auffälligster Unterschied ist, dass sich auch *Menyanthes trifoliata* an der Verlandung beteiligt, was mit der besseren Basenversorgung zu erklären ist. Die Schwingrasen sind in die Untergrundschaft c mit basiphoben *Sphagna* des *Caricetum limosae* zu stellen. Die überwiegende Mehrzahl der Vegetationsaufnahmen gehört zur Soziation von *Sphagnum recurvum* ssp. *mucronatum*. In zwei Fällen liegt die Soziation von *Sphagnum majus*, in einem diejenige von *Sphagnum cuspidatum* vor.

Die beiden untersuchten Schwingrasen auf der Göschenalp sind in vielerlei Hinsicht als Sonderfälle zu betrachten. Sie liegen für inneralpine Verhältnisse ausgesprochen hoch, was sich in der Artenarmut äussert. Hohe Niederschläge und lokales Relief fördern die Erosion und erschweren das Aufkommen von Sphagnen. Diese Wirkung wird verstärkt durch die, zwar extensive, Beweidung des Gebiets. Die vom Gletscher in das Granitgestein geschliffenen Geländemulden, in denen sich die Schwingrasen entwickelt haben, sind sehr kleinflächig und dürften unter Frostwechseln leiden. Das Fehlen von Sphagnen bewirkt einen im Durchschnitt höheren pH-Wert als bei Schwingrasen im Bereich von Hochmooren, der allerdings stark schwankt und vom Säuregrad des Regenwassers beeinflusst wird. Das Basenangebot ist entsprechend dem Urgestein im Einzugsgebiet schlecht, vergleichbar mit Schwingrasen an einem Hochmoorkolk; die Basenversorgung dürfte jedoch generell besser sein dank mehr oder weniger regelmässigem Wasserfluss sowie Überschwemmungen bei starken Regenfällen.

*Carex limosa*, *Scheuchzeria palustris* und *Trichophorum caespitosum* gedeihen in der schütteren Phanerogamenschicht, stellenweise tritt *Drosera*

*anglica* hinzu. Ganz vereinzelt treten *Sphagna* aus der *Subsecunda*-Gruppe auf sowie Lebermoose, doch dominiert grossflächig nackter Torfschlamm.

Der Schwingrasen des kleinen Bergsees Mägisalp nimmt sowohl inbezug auf pH-Werte wie  $\text{Ca}^{2+}$ -Konzentrationen eine Mittelstellung ein. Die asymmetrische Verteilung der pH-Werte um das 50%-Percentil ist ein Abbild der Inhomogenität der wasserchemischen Parameter im Schwingfilz. Lokales Eindringen und Aufstossen von Seewasser führen dazu. So wurden am gleichen Ort mehrmals recht unterschiedliche Ionenkonzentrationen im Moorwasser aus 20 cm und 50 cm Tiefe gemessen. Entsprechend inhomogen ist auch die Vegetation inbezug auf die Dominanten in der Phanerogamenschicht. *Carex rostrata* ist grösstenteils aspektgebend, in niederwüchsigen Senken wird *Menyanthes trifoliata* dominant, in ebener Lage stellenweise *Carex limosa* oder *Carex fusca* und auf aufgewölbten Kuppen *Carex canescens*. *Scheuchzeria palustris* fehlt wie auch allen im folgenden zu besprechenden Schwingrasen.

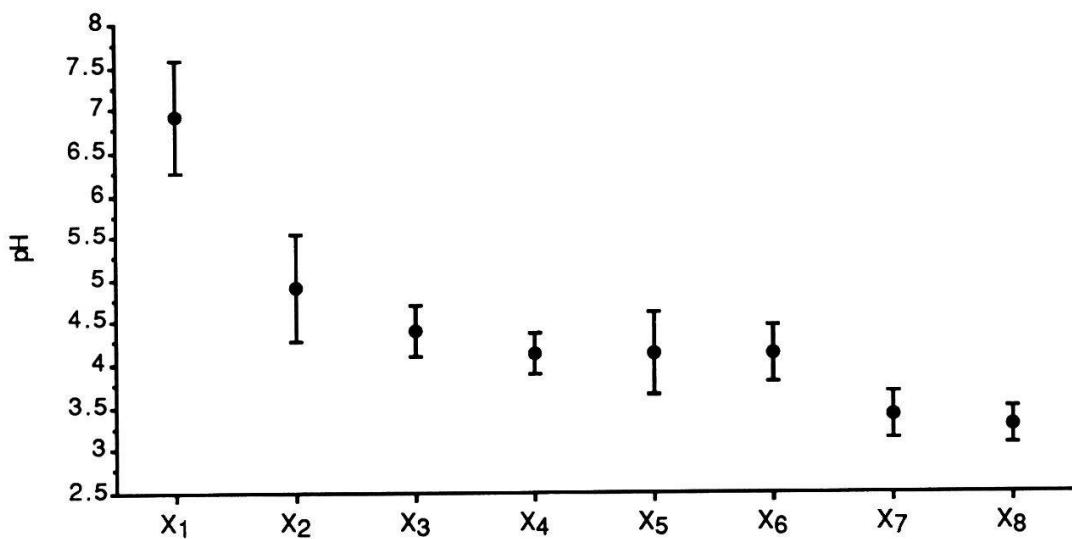
Trotz basenreichem Untergrund sind die Vegetationsaufnahmen dieses Schwingrasens durchwegs in den basenärmsten Flügel der Untergesellschaft b mit basitoleranten *Sphagna* zu stellen, und zwar in die Soziation mit *Sphagnum recurvum* ssp. *angustifolium*; dies aufgrund der oberflächlichen Austrocknung. An der Front des Schwingrasens gedeihen üppige, flutende *Carex limosa*-Bestände. Das Fehlen von *Carex diandra* ist wohl weniger auf die ungenügende Nährstoffversorgung als vielmehr auf die für die Nordalpen hohe Lage von 1700 m/M zurückzuführen.

Der Lac des Joncs ist ein kleiner mesotropher Bergsee auf nur 1230 m/M, was sich in der vergleichsweise reichen Artengamitur auf dem Schwingrasen äusserst. Der Schwingfilz hat einen hohen Auftrieb und trägt ausgesprochen gut. Der Schwingrasen ist eben und weist keine Schlenken auf. Der Wertebereich des pH liegt zwischen 5.5 und 6.5, je nach Ausmass des Seewassereinflusses. Der Grossteil der pH-Werte liegt zwischen 5.7 und 6.0. Der pH-Wert des Seewassers liegt mit 7.14 um mehr als eine pH-Einheit höher. Ein analoges Bild zeigt die Verteilung der  $\text{Ca}^{2+}$ -Konzentrationen. Der tiefste Wert liegt unter 3 mg Ca/l, der Grossteil der Werte zwischen 4.5 und 9 mg Ca/l und der höchste Wert zeigt mit über 40 mg Ca/l den gleichen  $\text{Ca}^{2+}$ -Gehalt wie das Seewasser. Die wasserchemischen Daten aus der vordersten Front des Schwingrasens wurden wie auch bei den übrigen Darstellungen nicht berücksichtigt. Im vorliegenden Fall ist der Schwingrasen seewärts durch ein *Caricetum diandrae* gekennzeichnet. Wasserproben aus dem Schwingfilz des *Carex diandra*-

Gürtels weisen identische Ionengehalte auf wie das Seewasser. In diesen Wasserproben konnte zudem nie ein H<sub>2</sub>S-Geruch festgestellt werden, was auf aerobe Standortsverhältnisse hinweist. Die anschliessenden ins *Caricetum limosae* zu stellenden Schwingrasen sind in die Untergesellschaft b mit basitoleranten *Sphagna*, und zwar in die Soziation mit *Sphagnum subsecundum*, einzuordnen.

Der Stazersee im Oberengadin ist mit seinen 300 bis 350 Aren offener Wasserfläche der grösste mit einem Gürtel von Schwingrasen gesäumte Bergsee im Untersuchungsgebiet. Die Schwingrasen sind schmal, wenig mächtig, tragen schlecht und sind mit Schlenken durchsetzt, die gelegentlich überschwemmt werden. Dies führt insgesamt zu einem weit stärkeren Einfluss von basenreichem Umgebungs- und Seewasser als im Falle des Lac des Joncs. Obwohl der Stazersee nur etwa die Hälfte der Ca<sup>2+</sup>-Konzentration des Lac des Joncs aufweist, zeigen seine Schwingrasen mit 15.88 mg Ca/l im Mittel doppelt so hohe Ca<sup>2+</sup>-Konzentrationen wie diejenigen am Lac des Joncs. Der Grossteil der pH-Werte liegt zwischen 6 und 6.4, Extremwerte zeigen den gleichen pH-Wert wie das Seewasser. Die Schwingrasenfront ist wiederum durch ein *Caricetum diandrae* gekennzeichnet mit denselben standörtlichen Charakteristika wie beim Lac des Joncs. Die anschliessenden Schwingrasen aus dem *Caricetum limosae* sind in den basenreichen Flügel der Untergesellschaft b mit basitoleranten *Sphagna*, und zwar in die Soziation von *Sphagnum contortum* und *S. platyphyllum* zu stellen. Im nassen Bereich der Schlenken herrscht die Untergesellschaft a mit basiphilen *Amblystegiaceae*.

Der Kleine Seefeldalpsee mit seinen Schwingrasen liegt mit 1820 m/M für den Nordalpenraum sehr hoch, worauf auch das Fehlen von *Carex diandra* zurückzuführen sein dürfte. Die pH-Werte des Moorwassers sind mit durchschnittlich 6.73 etwas unterhalb denjenigen des Seewassers, die Ca<sup>2+</sup>-Gehalte des Moorwassers mit durchschnittlich 63.24 mg Ca/l jedoch bedeutend höher als diejenigen des Seewassers. Die Schwingrasen tragen den Charakter von Schlenken und sind in der Bryophytenschicht durch basophile *Amblystegiaceae* beherrscht und somit in die Untergesellschaft a des *Caricetum limosae*, das *Scorpidio-Caricetum limosae*, zu stellen. Sehr kleinflächig ist zudem gegen die aufgewölbte Schwingrasenfront hin die Soziation von *Sphagnum teres* der Untergesellschaft b mit basitoleranten *Sphagna* anzutreffen. Landeinwärts geht das *Scorpidio-Caricetum limosae* direkt in *Caricion davallinae*-Gesellschaften über.



**Fig. 4.14.** pH-Wert-Charakteristika einiger Moossynusien (Mittelwert und Standardabweichung).

pH-value-characteristica of some bryophytes-synusia (mean and standard deviation).

x<sub>1</sub>: *Sorpidium*-Synusie (Untergesellschaft/subassociation a) (n=91)

x<sub>2</sub>: *Sphagnum contortum* und *S. platyphyllum* (n=12)

x<sub>3</sub>: *Sphagnum teres* (n=7)

x<sub>4</sub>: *Sphagnum recurvum* ssp. *angustifolium* (n=18)

x<sub>5</sub>: *Sphagnum subsecundum* und *S. recurvum* ssp. *amblyphyllum* (n=16)

x<sub>6</sub>: *Sphagnum recurvum* ssp. *mucronatum* (n=17)

x<sub>7</sub>: *Sphagnum majus* (n=23)

x<sub>8</sub>: *Sphagnum magellanicum* (n=17)

Fig. 4.14. zeigt die pH-Charakteristika einiger Moossynusien an den sieben standortskundlich untersuchten Schwingrasen. Angegeben sind der Mittelwert und die Standardabweichung.

Die pH-Werte für die einzelnen Moossynusien wurden vorangehend auf ihre Normalverteilung geprüft. Für alle Moossynusien erwiesen sich die Werte annähernd normalverteilt, sodass die gewählte Darstellung zulässig ist.

Soweit sich die Ergebnisse mit denjenigen von DIERSSEN und DIERSSEN (1984) und DIERSSEN und REICHELT (1988) vergleichen lassen, ist eine gute Übereinstimmung festzustellen. Die Reihenfolge der Moossynusien in einer Anordnung nach aufsteigenden bzw. absteigenden pH-Mittelwerten ist identisch, wenn auch die Mittelwerte selbst zum Teil stark voneinander abweichen.